

PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO EN LAS VÁLVULAS DE CONTROL CV-
602 DE CO2 LÍQUIDOS CRIOGÉNICOS

JHONATAN ARLEY SANDOVAL CESPEDES
CÓDIGO ESTUDIANTE 201719025114
CÉDULA 1096192781

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
MEDELLIN-COLOMBIA
2017

PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO EN LAS VÁLVULAS DE CONTROL CV-
602 DE CO₂ LÍQUIDOS CRIOGÉNICOS.

JHONATAN ARLEY SANDOVAL CÉSPEDES
CÓDIGO ESTUDIANTE 201719025114
CÉDULA 1096192781 de Barrancabermeja

TRABAJO DE TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MAGISTER EN
INGENIERIA

DIRECTOR
PH.D LUIS ALBERTO MORA GUTIERREZ

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
MEDELLIN-COLOMBIA
2017

CONTENIDO

CONTENIDO	4
ILUSTRACIONES	7
0 PRÓLOGO	9
0.1 INTRODUCCION	9
0.2 JUSTIFICACION	10
0.3 ANTECEDENTES	11
0.4 OBJETIVOS	12
0.4.1 General	13
0.4.2 Específicos	13
0.4.2.1 Uno – Conceptualización RCFA, FMECA, RCM, IRCMS.	13
0.4.2.2 Dos – CV-602	13
0.4.2.3 Tres – Ilustración RCFA	13
0.4.2.4 Cuatro - Plan de mantenimiento IRCM	14
0.4.2.5 Cinco – CONCLUSIONES	14
0.5 DESCRIPCION DE LOS OBJETIVOS. -CAPITULOS	14
0.6 CONCLUSIONES DE CAPITULO 0	15
1 CONCEPTUALIZACIÓN	17
1.1 OBJETIVO	17
1.2 INTRODUCCION AL CAPITULO 1	17
1.3 DESARROLLO	17
1.3.1 Funciones.	17
1.3.2 FALLAS	18
1.3.2.1 Fallas Funcionales.	20
1.3.2.2 Análisis de Modos de Fallas	20
1.3.2.3 Efectos de Fallas.	22
1.3.2.4 Consecuencias de las Fallas	22
1.3.3 Análisis de la metodología FMECA.	23

1.3.3.1	RPN. Numero Prioritario de riesgo.	24
1.3.3.2	Severidad RPN1.	26
1.3.3.3	Probabilidad del evento RPN2 - Ocurrencia.	27
1.3.3.4	Facilidad de detección RPN3	27
1.4	Historia del RCM.	28
1.4.1	Normas SAE JA 1011 Y 1012.	30
1.4.2.1	RCM: Las siete preguntas básicas.	31
1.5	SOFTWARE IRCMS.	32
1.5.1	Pasos del plan de implementación del iRCMS	33
1.5.1.1	Programa de mantenimiento preventivo básico actual.	33
1.5.1.2	RCM candidato, identificación y priorización.	33
1.5.1.3	Proceso/Filosofía.	34
1.5.1.4	Nivel de análisis.	34
1.6	REQUISITOS PARA LA INSTALACION DEL SOFTWARE IRCMS.	34
1.7	CARACTERISTICAS DE LA HERRAMIENTA IRCMS.	35
1.8	USO DEL SOFTWARE IRCMS.	35
1.8.1	Introducción del hardware.	35
1.8.2	Introducción de funciones	37
1.8.3	Introducción de las fallas de función.	38
1.8.4	Introducción de los modos de falla.	39
1.9	MANTENIMIENTO.	40
1.9.1	Niveles de mantenimiento.	41
1.9.1.1	Nivel instrumental.	41
1.9.1.2	Nivel operacional	41
1.9.2	Tipos de mantenimientos.	41
1.9.2.1	Mantenimiento correctivo.	42
1.9.2.2	Mantenimiento preventivo.	42
1.9.2.3	Mantenimiento modificativo.	42
1.9.2.4	Mantenimiento predictivo.	43
1.10	CONCLUSIONES DEL CAPITULO 1.	44
2	VALVULAS DE CONTROL CV-602	45
2.1	OBJETIVO	45

2.2	INTRODUCCION AL CAPITULO 2	45
2.3	DESARROLLO	45
2.3.1	Características del equipo.....	46
2.3.2	Actuador flowact neumático.	47
2.3.3	Actuador eléctrico.	48
2.3.4	Cuerpo o bonete.	50
2.4	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 2.....	52
3	RCFA Y FMECA	53
3.1	OBJETIVO 3	53
3.2	INTRODUCCION AL CAPITULO 3	53
3.3	DESARROLLO.	53
3.4	CONCLUSIÓN CAPITULO 3.	68
4	PLAN DE MANTENIMIENTO	69
4.1	OBJETIVO 4	69
4.2	INTRODUCCION AL CAPITULO 4	69
4.3	DESARROLLO.	69
4.4	ANALYSIS SUMMARI REPORT.....	69
4.5	REPORTE FEMECA.....	78
4.6	CONCLUSIONES CAPITULO 4.....	98
5	CONCLUSIONES	99
5.1	OBJETIVO	99
5.2	DESARROLLO	99
5.2.1	Conclusión del proceso temático.....	99
5.2.2	Conclusión del proceso técnico.....	100
5.3	CONCLUSIÓN CAPITULO 5.....	100
	BIBLIOGRAFÍA.....	101

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Secuencias lógicas de objetivos.....	12
Ilustración 2 - Fallas crónicas frente a Fallas Esporádicas.....	19
Ilustración 3 - Modos de Fallas y sus lazos.....	21
Ilustración 4 - Condiciones estándares en fallas.....	21
Ilustración 5 - NPR - Número de Riesgo Prioritario.....	24
Ilustración 6 - Perspectiva tradicional de las fallas de los equipos.....	29
Ilustración 7 - Componentes de un programa de RCM.....	31
Ilustración 8 - Información de un Equipo.....	36
Ilustración 9 - Introducción de Funciones.....	37
Ilustración 10 - Introducción de Falla de Función.....	38
Ilustración 11 - Introducción de Modo de Falla.....	39
Ilustración 12 - Válvula de control CV – 602.....	45
Ilustración 13 - Clasificación de las partes.....	46
Ilustración 14 - Especificaciones válvula de control.....	47
Ilustración 15 - Actuador diafragma neumático.....	48
Ilustración 16 - Posicionador eléctrico.....	49
Ilustración 17 - Cuerpo o bonete.....	50
Ilustración 18 - Proceso de análisis de falla.....	54
Ilustración 19 - Funciones y fallas a distintos niveles CV-602.....	55
Ilustración 20 - Sistema actuador neumático CV-602.....	56
Ilustración 21 - Subsistema del actuador neumático Resortes CV-602.....	57
Ilustración 22 - Subsistema del actuador neumático Diafragma CV-602.....	58
Ilustración 23 - Sistema del actuador Eléctrico CV-602.....	59
Ilustración 24 - Subsistema del actuador Eléctrico Tarjeta electrónica CV-602.....	60
Ilustración 25 - Sistema del prensa empaque CV-602.....	61
Ilustración 26 - Subsistema del prensa empaque Vástago CV-602.....	62
Ilustración 27 - Subsistema del prensa empaque Empaques teflón CV-602.....	63

Ilustración 28 - Sistema de hermeticidad CV-602.	64
Ilustración 29 - Subsistema de hermeticidad Obturador CV-602.....	65
Ilustración 30 - Subsistema de hermeticidad Silla o asiento CV-602.....	66
Ilustración 31 - Subsistema de hermeticidad Brida CV-602.	67
Ilustración 32 - SETUP.	70
Ilustración 33 - Lista de Reportes	70
Ilustración 34 - Sistema válvula de control CV-602.....	71
Ilustración 35 - Función Principal de la válvula de control.....	72
Ilustración 36 - Falla y Modo de Falla de la Función Principal.....	73
Ilustración 37 - Tarea de Mantenimiento de la función Principal.	74
Ilustración 38 - Valoración del Riesgo.....	75
Ilustración 39 - Funciones, Fallas y Modos de Falla del sistema en el iRCM	76
Ilustración 40 - Funciones, Fallas y Modos de Falla del sistema en el iRCM	77
Ilustración 41 - Informes que se generan desde el IRCM	78
Ilustración 42 - Logo-Enlace hacia la Aplicación.	78
Ilustración 43 - Reporte FMECA	79
Ilustración 44 - Resumen Estadístico del Proyecto.	81
Ilustración 45 - Informe de Tareas de mantenimiento a desarrollar.....	94
Ilustración 46 - Informe de Habilidades, Competencias y Costos.....	96

0 PRÓLOGO

0.1 INTRODUCCION

Las áreas de mantenimiento que apoyan las estructuras de producción de las industrias, no son ajenas a estos requerimientos y exigen que el personal involucrado en sus operaciones tenga plena conciencia de que su labor no es solamente reparar y atender fallos de máquinas, sino que son parte de la conservación de los activos y de la generación de valor.

El programa de mantenimiento va dirigida a la organización y administración de los recursos con el objeto de obtener la disponibilidad de los equipos y eficiente económico de las compañías de los procesos de producción.

La empresa CLC¹ toma la decisión de aumentar la disponibilidad de las válvulas de control CV-602 ²a través de la mantenibilidad proactiva, preventiva y predictiva del 70% y 30% ya que no se ha logrado los resultados por las fallas repetitivas bajando la producción y aumentando los costos de mantenimiento de en lapsos de tiempo muy cortos.

El proyecto nos permite determinar con antelación las variables claves de éxito del mismo, con el fin de maximizar en el período investigado a futuro la confiabilidad, la mantenibilidad, la disponibilidad, la rentabilidad, la competitividad y la productividad de los sistemas; mediante los costos más bajos posibles y el máximo nivel de servicio a la comunidad industrial y poblacional que atienden (Ramakumar, 1996).

¹ CLC - Carbonic Liquids of Colombia- Líquidos Carbónicos de Colombia

² CV-602 – Control Valve – Válvula de control – tag 602

0.2 JUSTIFICACION

Las empresas de la región como CLC³, toman decisiones para la mejora continua de sus procesos las cuales invierten en quipos de tecnologías más automatizadas para atender estas demandas crecientes y ofrecer sus productos de alta calidad ya que es el común denominador de las empresas del sector, que se concentran en pocos fabricantes de grandes volúmenes.

La problemática que presenta las válvulas de control CV-6002 es necesario implementar estrategias de mantenimiento como RCFA⁴, FMECA⁵, RCM⁶, con estas metodologías se consigue obtener las fallas e implementar los diferentes mantenimientos, preventivos, predictivos a un bajo porcentaje de correctivo.

Aplicando las teorías de RCFA, FMECA RCM a las válvulas de control CV-602 se quiere optimizar los planes de mantenimiento con el objetivo de mejorar la disponibilidad y confiabilidad lo cual se ve reflejado en la disminución de los costos de mantenimiento para la optimización de los tiempos de reparación y aumento de tiempo entre fallas.

Las empresas requieren constantemente evaluar el rendimiento de todas las áreas, dentro de ellas el sistema productivo; debido a que es una industria donde la tecnología es costosa y la competencia tiende a entregar más producto al mismo precio, es necesario revisar internamente los procesos para mejorar su rendimiento.

³ Carbonic Liquids of Colombia – Líquidos Carbónicos de Colombia.

⁴ RCFA- *Root Cause Analysis – Análisis de Causa Raíz*.

⁵ FMECA- *Failure Mode, Effects Causes Analysis – Análisis de los Modos, los Efectos, las Causas de las Fallas*.

⁶ RCM- *Reliability Centred Maintenance* -

0.3 ANTECEDENTES

La empresa CLC ofrece un suministro confiable de los gases industriales y amplia variedad de gases a través de programas de gestión de procesos así como sistemas de entrega, están diseñados para proporcionar el gas necesario a las plantas de Postobon, Coca-Cola principales clientes, cuentan dentro de las plantas con tanques almacenamiento, equipos de instrumentación y válvulas de control, equipos utilizados en el sistema de condensados para retirar toda humedad o acumulación de agua en las líneas de gas.

Se cuenta con un programa de mantenimientos a través del sistema de gestión integrado, el cual se ejecuta semestral en la verificación de los sistemas o pruebas de lazo de los equipos desde el sistema de scada⁷ utilizando el equipo de medición multímetro digital de proceso.

El método de implementación del sistema de mantenimiento basado en la confiabilidad existen a nivel mundial diferentes metodologías para la ejecución de modelos RCFA, FMECA y RCM para el sistema de la válvula de control CV-602.

La evolución del mantenimiento como objeto de estudio es paralela al avance en los desarrollos tecnológicos que se encuentran al servicio del hombre a lo largo de la historia.

Se encuentran las primeras herramientas y utensilios para satisfacer las necesidades básicas del hombre, aparecen las actividades correctivas inherentes a los fallos que se presentan por diferentes motivos.

Las actividades son cada vez más complejas al igual que las máquinas, pero la medición de indicadores no es una prioridad ya que el mantenimiento no es un área estratégica para los negocios en esa época.

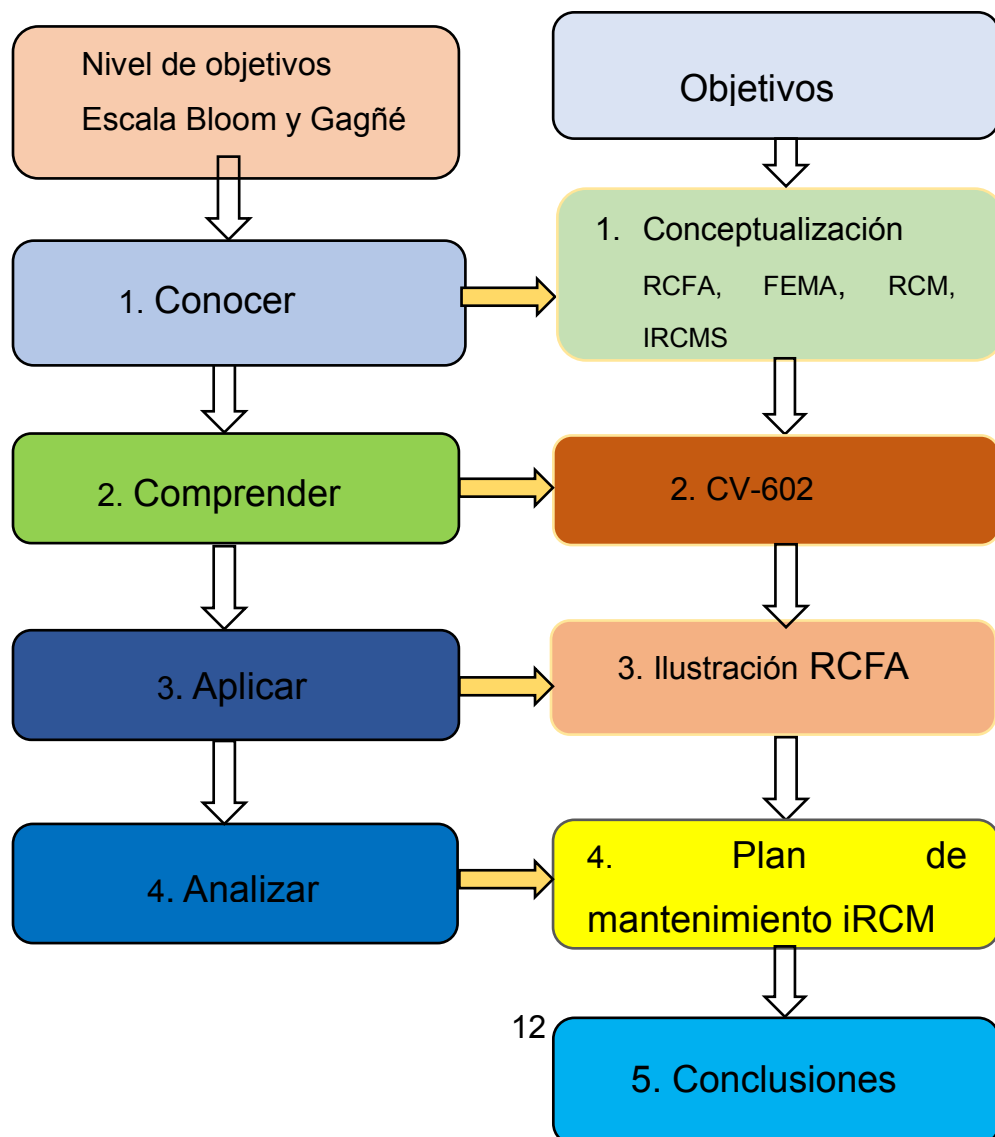
⁷ SCADA- Supervisory Control And Data Acquisition-Supervisión, Control y Adquisición de Datos

El enfoque de mantenimiento cambia con los años desde las acciones correctivas preventivas hacia la implementación de tácticas y estrategias con las que se organizan las actividades y los recursos con base en indicadores de costos y desempeño (Mora A. -G., Mantenimiento Estratégico, 2007).

0.4 OBJETIVOS

El esquema de los objetivos como base la teoría de Bloom y Gagné de la taxonomía de los objetivos de la educación, donde, el nivel de avance en el aprendizaje es paralelo a la acción propuesta en cada objetivo (Bloom & Gagné, 2016).

Ilustración 1 - Secuencias lógicas de objetivos.



Benjamín Bloom, Robert Gagné, psicólogos norteamericanos reconocidos por sus publicaciones en el área de aprendizaje (Bloom & Gagné, 2016).

0.4.1 General

Proponer acciones de mantenimiento para las válvulas de control CV-602 ubicadas a nivel nacional en las plantas de la empresa CLC mediante la aplicación complementaria de las metodologías de RCM y RCFA. Los específicos contemplan el tratamiento explícito y detallado, de toda la cobertura del objetivo general.

0.4.2 Específicos

Descripción de los objetivos que componen y conllevan al objetivo general.

0.4.2.1 Uno – Conceptualización RCFA, FMECA, RCM, IRCMS.

Definir los pasos de análisis de fallas RCFA, FMECA con el fin de analizar el comportamiento y modos de fallas de las válvulas de control CV-602 en las plantas de LA empresa CLC para CO₂ gas criogénico. Nivel 1 - Conocer.

0.4.2.2 Dos – CV-602

Reconocer los factores de operación, técnicas, mecánicas de las válvulas de control CV-602 y las funciones que realiza en el manejo de CO₂ gas criogénico con el fin de analizar la información y programar los de mantenimiento en base a los resultados. Nivel 2 - Comprender.

0.4.2.3 Tres – Ilustración RCFA

Ilustrar los modos de fallas más significativos, con sus fallas y así implementar metodologías de mantenimiento RCFA, FMECA, a la CV-602. Nivel3 - Aplicar.

0.4.2.4 Cuatro - Plan de mantenimiento IRCM

Catalogar las acciones de mantenimiento correctivo, preventivo, requeridos en las válvulas de control CV-602 a partir de la implementación de IRCM, para garantizar la confiabilidad de los equipos Nivel 4 – Analizar.

0.4.2.5 Cinco – CONCLUSIONES

Establecer los principales resultados o conclusiones obtenidos de haber realizado acciones de mantenimiento a las válvulas de control ACV-602 de las plantas de CLC.

0.5 DESCRIPCION DE LOS OBJETIVOS. -CAPITULOS

El proceso se inicia con un primer capítulo donde se entregan los pasos de análisis de fallas RCFA, FMECA, RCM, IRCMS, para comprender el resto del trabajo y poder alcanzar el objetivo general.

El segundo tema o capítulo aborda las principales características esenciales de las válvulas de control CV-602, para poder comprender la información y programar los mantenimientos.

El tercer objetivo aborda la ilustración de los modos de fallos más significativos, con sus fallas y así implementar metodologías de mantenimiento RCFA, FMECA, a la CV-602.

El cuarto presenta las acciones de mantenimiento aplicado para la optimización de los resultados, generando confiabilidad de las válvulas de control CV-602, divulgando las estrategias y las principales recomendaciones.

Las conclusiones del quinto capítulo, presentan los principales logros del proyecto, en relación al mantenimiento y que influyen en la operación de las válvulas de control CV-602.

0.6 CONCLUSIONES DE CAPITULO 0

La estructura y las promesas descritas en esta sección inicial, estructuran el desarrollo del trabajo sobre RCFA, FMECA, de la válvula de control CV-602, nos ayuda a delimitar volumen de control, base del análisis, además de los datos necesarios en cuanto a información y datos para el estudio pasado, presente y futuro de corto plazo del mantenimiento en la máquina.

1 CONCEPTUALIZACIÓN

1.1 OBJETIVO

Definir los pasos de análisis de fallas RCFA, FMECA con el fin de analizar el comportamiento y modos de fallas de las válvulas de control CV-602 en las plantas de CLC para CO₂ gas criogénico. Nivel 1 – Conocer

1.2 INTRODUCCION AL CAPITULO 1

Este capítulo pretende desarrollar los conceptos de la metodología RCFA Y FMECA, su aplicación en la búsqueda de estrategias de mantenimiento, para aplicarlo al proyecto.

Para conocer la metodología RCFA, FMECA y su aplicación es necesario revisar los conceptos que involucra un sistema de este tipo, así como el enfoque que integra todas las áreas entorno al objeto que las ocupa, es decir, las máquinas y/o sistemas productivos en general.

1.3 DESARROLLO

La descripción de los conceptos que enseña este capítulo es una fundamentación básica para comprender los planes de mejora continua a partir de las acciones de mantenimiento a las válvulas de control CV-602, que se desarrollan en capítulos posteriores.

1.3.1 Funciones.

Definir las funciones básicas de cada activo en su contexto operacional, o sea determinar qué es lo que los usuarios quieren que haga y asegurar que es capaz de realizarlo, las funciones se dividen en dos categorías:

Funciones primarias, estas son la razón de ser del activo o para que se adquirió el activo.

Funciones Secundarias, son las funciones adicionales que cumple el activo, estas están relacionadas con confort, seguridad, apariencia, protección, regulaciones ambientales, etc.

1.3.2 FALLAS

Las fallas son cualquier cambio en la misma que impida que ésta realice la función para la que fue diseñada equipo o maquinaria, cuando deja de brindar el servicio que debería o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

Casi siempre al eliminar una falla esporádica se regresa a una situación de funcionalidad normal (que normalmente no es mejor de la que se tiene antes de que ocurra).

Las fallas crónicas son eventos muy frecuentes, cuando se eliminan o se controlan se logra restaurar la funcionalidad a su punto máximo y se eleva el nivel esperado del desempeño.

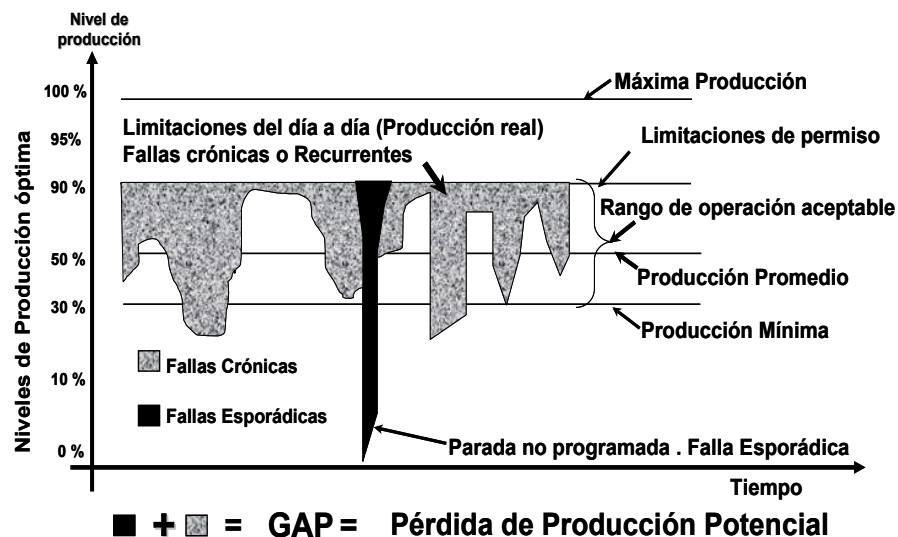
Son repetitivas, no son dramáticas, casi siempre son fáciles de corregir, sin embargo, son difíciles de controlar o erradicar (solo se puede lograr al aplicar análisis de fallas con la debida componente de ingeniería), se aceptan como parte normal de los costos de producción.

Afectan de forma inmediata la producción y/o el mantenimiento. Ejemplo de ellas son las fallas que se presentan en los rodamientos, los sellos, las correas, los engranajes, las interrupciones de los sistemas de control o potencia, los problemas comunes y corrientes de la unidad de producción, etcétera.

Cada evento de falla crónica o recurrente tiene un impacto relativamente bajo, pero cuando se totaliza en el transcurso de un período de tiempo y se combina con otras fallas crónicas, afecta de forma muy notoria la economía de la empresa.

Al encontrar la causa raíz de las fallas crónicas y controlarla, se logra aumentar la productividad, elevar los índices de CMD⁸, mejorar la rentabilidad y el desempeño, se maximiza la productividad y por ende la competitividad, situación que no sucede en las esporádicas (Ramakumar, 1996).

Ilustración 2 - Fallas crónicas frente a Fallas Esporádicas



(Mora A. -G., Mantenimiento, 2014)

⁸ CMD: *reliability – maintainability - availability*

El área bajo la curva máxima de producción maRCFAda correspondiente a las fallas crónicas o recurrentes es mucho mayor que la línea negra debida a paradas no programadas esporádicas, es por esto entonces que se debe primero intentar eliminar o controlar a las fallas crónicas, pues estas inciden mucho más en la rentabilidad de la empresa.

1.3.2.1 Fallas Funcionales.

Estas se presentan cuando el activo no cumple una función primaria o secundaria de acuerdo al parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable, se responde a la pregunta ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?.

1.3.2.2 Análisis de Modos de Fallas

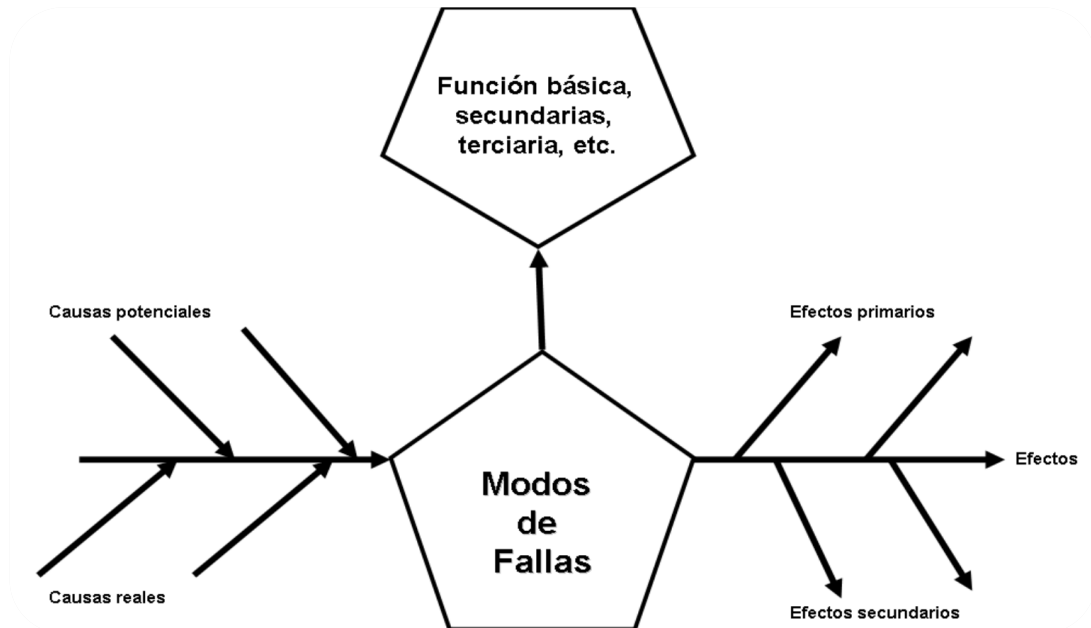
Después de identificar las fallas funcionales hay que identificar los hechos posibles que puedan haber causado cada estado de falla se responde la pregunta ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?, dentro de estos modos de fallas se incluyen las causas por deterioro o desgaste, por errores humanos (operadores y personal de mantenimiento) y por errores de diseño. Los modos de falla pueden ser clasificados en tres grupos:

Cuando la capacidad cae por debajo del funcionamiento deseado, las cinco causas de la perdida de la capacidad son, deterioro, fallas de lubricación, polvo o suciedad, desarme y errores humanos.

Cuando el funcionamiento deseado se eleva encima de la capacidad inicial, esto se presenta cuando hay sobrecarga deliberada sobre el activo de forma constante y sobrecarga no intencional constante o repentina.

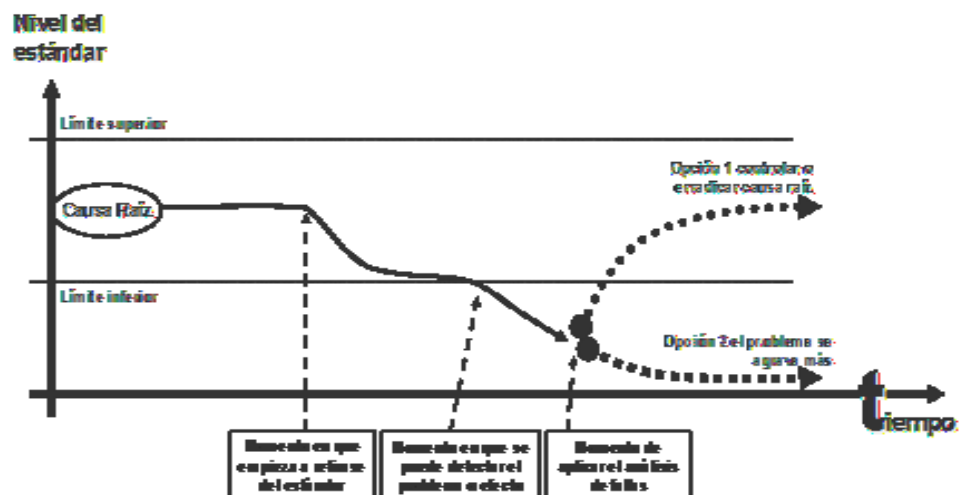
Cuando desde el comienzo el activo físico no es capaz de hacer lo que se quiere.

Ilustración 3 - Modos de Fallas y sus lazos



(Mora A. -G., Mantenimiento, 2014).

Ilustración 4 - Condiciones estándares en fallas



(Mora A. -G., Mantenimiento, 2014).

La metodología de análisis de fallas parte de la base de la presencia o detección repentina de una situación fuera del estándar, que manifiesta de alguna forma la falta de funcionalidad total o parcial de una máquina o elemento.

Se describe como problema o efecto causante, a una falla que aún no se soluciona o erradica. Se puede enunciar como modo de falla a las deficiencias que se observan o se perciben en el sistema o máquina al momento de reportar la falla.

1.3.2.3 Efectos de Fallas.

En este paso se describe que pasa cuando ocurre un modo de falla, un efecto de falla no es lo mismo que una consecuencia de falla, el efecto de falla responde a la pregunta ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla? mientras que una consecuencia de falla responde a la pregunta ¿Qué importancia tiene?, al describir un efecto de falla debe hacerse constar lo siguiente:

- ✓ La evidencia de que se ha producido una falla.
- ✓ La forma en que la falla supone una amenaza para la seguridad o el ambiente.
- ✓ La forma en que afecta producción o la operación.
- ✓ Los daños físicos causados por la falla.
- ✓ Los daños físicos causados por la falla.
- ✓ Que debe hacerse para reparar la falla.

1.3.2.4 Consecuencias de las Fallas

En este paso se responde a la pregunta ¿En qué sentido es importante cada falla? Par determinar cuáles son las fallas que más afectan la organización y cuales no debido a las consecuencias de las fallas, se pueden afectar las operaciones, la calidad del producto, el servicio al cliente, la seguridad o el medio ambiente, las

consecuencias se dividen en cuatro grupos, las consecuencias por falla ocultas, consecuencias ambientales y para la seguridad, consecuencias operacionales y no operacionales.

1.3.3 Análisis de la metodología FMECA.

Presenta dos opciones cuando se desconoce la causa de la falla y cuando se sabe de todas (o la mayoría), las fallas reales o potenciales con sus correspondientes causas. En el primero de los casos se utiliza el análisis de causas de fallas y en la segunda se aplica el procedimiento FMECA es posible confundir esta última metodología con la que se usa en RCM, en los parámetros de riesgo el RCM, utiliza severidad y ocurrencia FMECA, severidad ocurrencia y probabilidad de detección.

El procedimiento FMECA, tiene como función principal todas las tareas correctivas, modificativas o proactivas, a realizar de mantenimiento, después de haber realizado exhaustivamente el análisis de fallas el RCFA, el método FMECA, parte que ya se conocen todas las fallas reales y potenciales, y tiene un perfecto dominio de todas las funciones y auxiliares de la maquina o elementos a evaluar.

Por su parte el RPN⁹, es jerarquizar cada una de las tareas a realizar en los diferentes elementos o equipos, con el fin de priorizar los esfuerzos de los equipos que más lo requieran acorde a su grado de criticidad.

El procedimiento FMECA, se puede aplicar en forma independiente, más sin embargo el RPN es parte fundamental del FMECA.

Etapas de desarrollo del FMECA, son:

⁹ RPN-Risk Priority Number – Numero de Riesgo Prioritario.

- ✓ Describir las funciones primarias y secundarias de los equipos.
- ✓ Establecer todas las fallas funcionales reales y potenciales conocidas.
- ✓ Los modos de fallas.
- ✓ Evaluar las consecuencias y los efectos de cada modo de falla, con su falla y su función.
- ✓ Medir el RPN, mediante la evaluación de la severidad, la probabilidad de ocurrencia y la posibilidad de detección.
- ✓ Establecer las acciones correctivas o planeadas, proactivas.
- ✓ Realizar las tareas.
- ✓ Medir nuevamente el RPN, y replantear las acciones.
- ✓

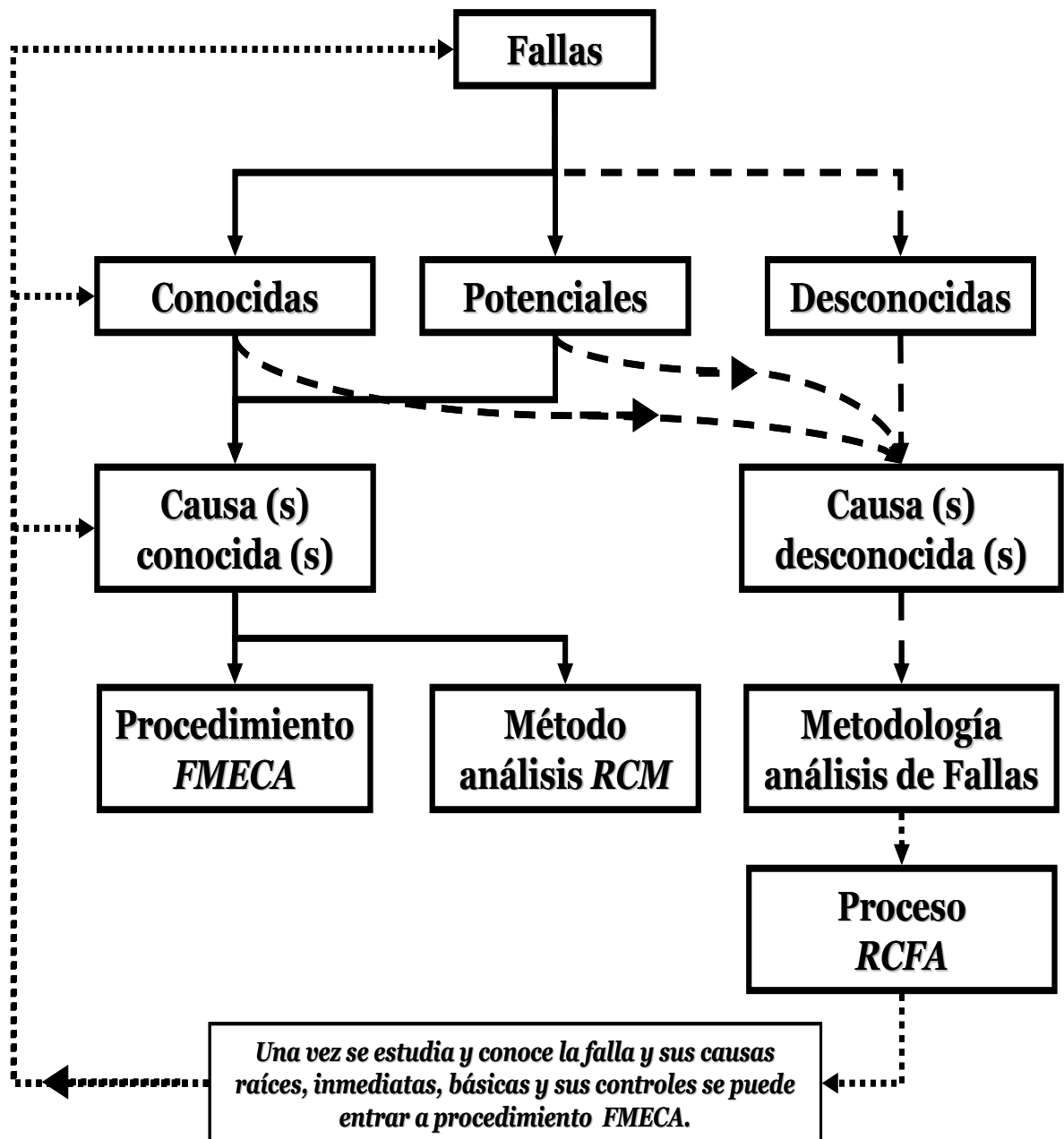
1.3.3.1 RPN. Numero Prioritario de riesgo.

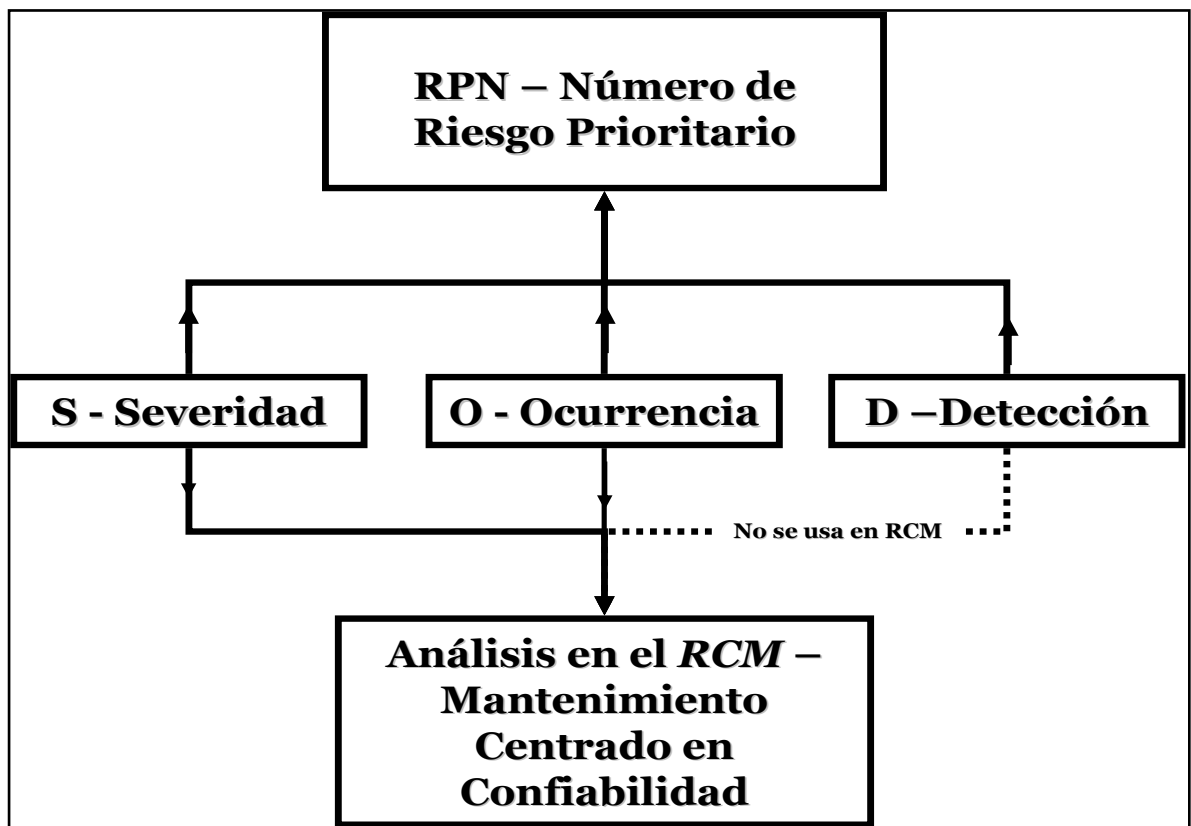
El RPN, lo que hace es jerarquizar cada una de las tareas a realizar en los diferentes elementos o equipo, con el fin de priorizar los esfuerzos en los equipos que más lo requieran acorde a su grado de criticidad.

El Riesgo se calcula mediante la multiplicación de Severidad por Ocurrencia.

Ilustración 5 - NPR - Número de Riesgo Prioritario







(Moubray, 2004)

1.3.3.2 Severidad RPN1.

Este índice está íntimamente relacionado con los efectos del modo de fallo. El índice de severidad valora el nivel de las consecuencias sentidas por la falla en la unidad. Esta clasificación está basada únicamente en los efectos del fallo. El valor del índice crece en función de:

- ✓ Los costos operativos asociados a la falla.
- ✓ Costos por mantenimiento mano de obra, repuestos.
- ✓ Costos por Reproceso por productos fuera de especificaciones que se tienen que degradar.
- ✓ Costos por aumento de mano de obra operativa para restablecer la operación a su condición normal.

- ✓ Lucro cesante producto de lo que se deja de producir en esos momentos por la falla presentada.
- ✓ Por el grado de afectación o de riesgo potencial que le pueda generar al personal que opera o que tiene algún tipo de contacto con este sistema o equipo.
- ✓ Por el grado de afectación o de riesgo potencial que le pueda generar al medio ambiente con altas contaminaciones o emisiones producto de una parada intempestiva de toda la unidad asociada a la falla de un sistema.

El índice de Gravedad es independiente de la frecuencia y de la detección; para utilizar unos criterios comunes ha de utilizarse una tabla de clasificación de la severidad de cada efecto de fallo, de forma que se objetívese la asignación de valores de S. se muestra un ejemplo en que se relacionan los efectos del fallo con el índice de severidad (Moubray, 2004).

1.3.3.3 Probabilidad del evento RPN2 - Ocurrencia.

Ocurrencia del evento se define como la probabilidad de que una causa específica se produzca y dé lugar al modo de fallo. El índice de la ocurrencia representa más bien un valor intuitivo más que un dato estadístico matemático, a previstos este. En esta columna se pondrá un valor de probabilidad de ocurrencia de la causa específica. Tal y como se acaba de decir, este índice de frecuencia está íntimamente relacionado con la causa de fallo, y consiste en calcular la probabilidad de ocurrencia en una escala del 1 al 5 (Moubray, 2004).

1.3.3.4 Facilidad de detección RPN3

Este índice indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, llegue a concretarse. Se está definiendo la facilidad de detención, para que el índice de prioridad crezca de forma análoga al resto de

índices a medida que aumenta el riesgo. Tras lo dicho se puede deducir que este índice está íntimamente relacionado con los controles.

De detección actuales y la causa. Es necesario no confundir control y detección, pues una operación de control puede ser eficaz al 100% pero la detección puede resultar nula si las piezas no conformes son finalmente enviadas por error al cliente. Para mejorar este índice será necesario mejorar el sistema de control de detección, aunque por regla general aumentar los controles signifique un aumento de coste, que es el último medio al que se debe recurrir para mejorar la calidad (Moubray, 2004)

1.4 Historia del RCM.¹⁰

En la actualidad es muy aceptada que la aviación comercial resulta ser la forma más segura para viajar. Al presente, las aerolíneas comerciales sufren menos de dos accidentes por millón de despegues.

Sin embargo, al final de los 1950s, la aviación comercial mundial estaba sufriendo más de 60 accidentes por millón de despegues. Si en la actualidad se estuviera presentando la misma tasa de accidente, se estarían oyendo sobre dos accidentes aéreos diariamente en algún sitio del mundo (involucrando aviones de 100 pasajeros o más). Dos tercios de los accidentes ocurridos al final de los 1950s eran causados por fallas en los equipos.

Esta alta tasa de accidentalidad, conectada con el auge de los viajes aéreos, significaba que la industria tenía que empezar a hacer algo para mejorar la seguridad. El hecho de que una tasa tan alta de accidentes fuera causada por fallas en los equipos significaba que, al menos inicialmente, el principal enfoque tenía que hacerse en la seguridad de los equipos (Moubray, 2004).

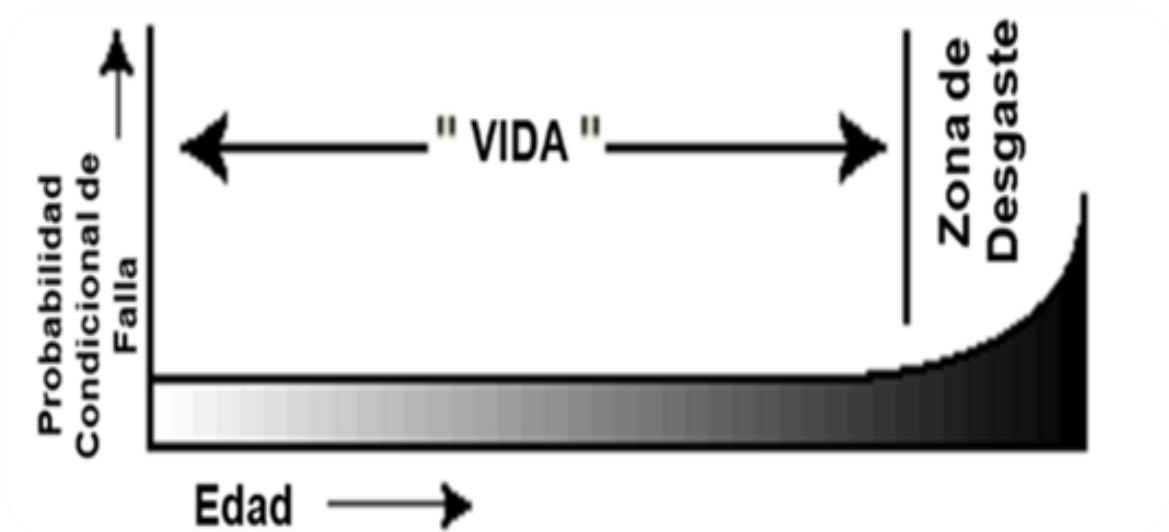
¹⁰ RCM *Reliability Centred Maintenance*

La historia de la optimización del mantenimiento en la aviación comercial desde un cumulo de supuestos y tradiciones hasta llegar a un proceso analítico y sistemático que hizo de la aviación comercial la forma más segura para viajar es la historia del RCM.

El MCC¹¹ es uno de los procesos de mantenimiento desarrollado durante los 1960s y 1970s, en varias industrias con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las mejores políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y para manejar las consecuencias de sus fallas, estos procesos, el RCM es el más directo.

El RCM se define como un proceso usado para determinar lo que debe hacerse para asegurar que cualquier recurso físico continúe realizando lo que sus usuarios desean que realice en su producción normal actual (Wakefield, 1985) (Mora A. -G., Mantenimiento, 2014).

Ilustración 6 - Perspectiva tradicional de las fallas de los equipos



¹¹ MCC Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

1.4.1 Normas SAE JA 1011 Y 1012.

En lo referente a la Norma SAE JA 1011, se dice que esta no presenta un proceso RCM estándar.

Su título es: Criterios de Evaluación para procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

Este estándar muestra criterios con los cuales se puede comparar un proceso. Si el proceso satisface dichos criterios, se lo considera un proceso RCM, caso contrario no lo es. (Esto no significa necesariamente que los procesos que no cumplan con el estándar SAE RCM no resulten válidos para la formulación de estrategias de mantenimiento.

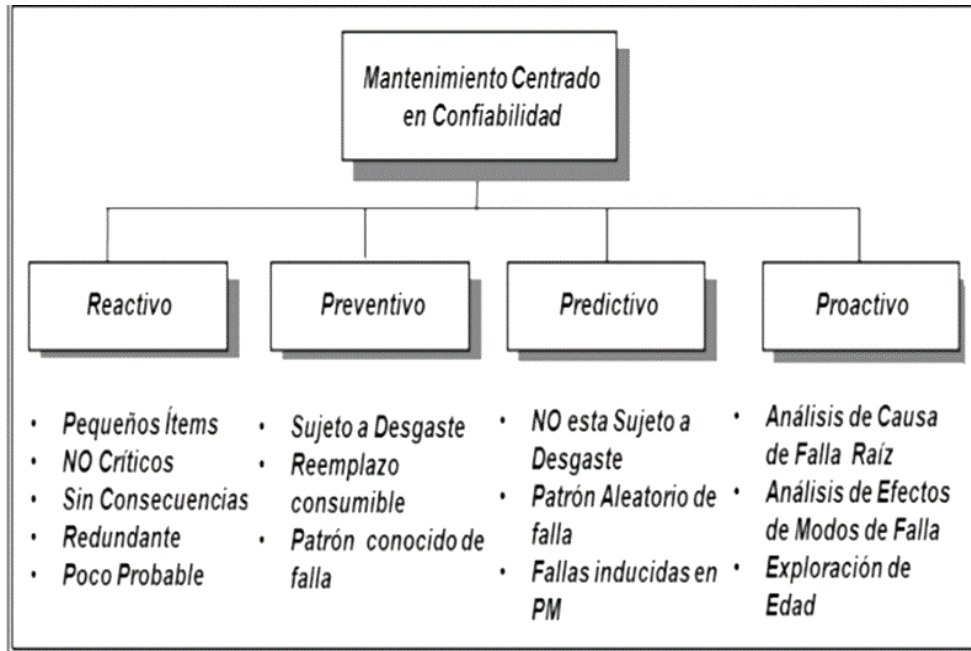
Solo quiere decir que no se le debe aplicar el termino RCM a los mismos.).

Por su parte, en la norma SAE JA 1012, se establece que es una guía para la norma del RCM, pero no intenta ser un manual ni una guía de procedimientos para realizar el RCM.

Aquellos que desean aplicar RCM están seriamente invitados a estudiar la materia en mayor detalle, y a desarrollar sus competencias bajo la guía de Profesionales RCM experimentados (Moubray@, 2001).

La norma SAE JA 1011 define mantenimiento centrado en la confiabilidad de la siguiente manera; RCM es un proceso específico usado para identificar las políticas que deben ser implementadas para administrar los modos de falla que pueden causar fallas funcionales en cualquier activo físico en su contexto operacional.

Ilustración 7 - Componentes de un programa de RCM



Fuente: NASA Reliability Centered Maintenance Guide or Facilities and Collateral Equipment.

El RCM plantea siete preguntas básicas acerca del activo o sistema que se quiere revisar (Moubray@, 2001).

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociado al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
- ¿En qué sentido es importante cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir la falla?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

1.5 SOFTWARE IRCMS.

El alto costo en la implementación de un RCM clásico en todos los componentes de un proceso derivó en la aparición de diversas metodologías que optimizaron el proceso y entregaron resultados útiles para una amplia variedad de aplicaciones industriales. De hecho, muchas compañías que inicialmente se embarcaron en procesos RCM clásicos acabaron ellos mismos buscando la manera de optimizar el proceso y de esta manera cumplir con los objetivos finales.

Este tipo de metodologías son exitosamente usadas en esencialmente todos los procesos industriales con beneficios demostrados. Los ahorros durante el análisis llegan a ser de hasta un 90% sobre el uso de metodologías RCM clásicas (Mendoza, 2016).

El Sistema Integrado de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (IRCMS) es una herramienta de software que fue creada para ayudar al analista del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) en la realización de análisis y documentación del RCM para los Sistemas de Comando de la Naval Air (NAVAIR)¹².

Esto ayuda a proporcionar la justificación y la trazabilidad requerida para cada tarea de mantenimiento preventivo que resulta del análisis RCM.

El software IRCMS conduce al usuario a través de las ramas correspondientes de la lógica de la RCM en base a datos suministrados por el usuario. El programa sigue la lógica contenida en RCM CNSA 00-25-403, directrices para el proceso de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad de la aviación naval norteamericana US NAVY (Connection, 2014).

¹² NAVAIR US – Navy Naval Air System Command – Navy and marine – www.navair.navy.mil/

1.5.1 Pasos del plan de implementación del iRCMS

El plan debe incluir los siguientes pasos para su consideración durante la definición del alcance de los programas:

1.5.1.1 Programa de mantenimiento preventivo básico actual.

Definir los planes de mantenimiento existentes y disponibles, las tareas análisis (RCM), nivel estándar de almacenamiento para mantenimiento (SDLM), etc.

1.5.1.2 RCM candidato, identificación y priorización.

Identificar las funciones, elementos y/o planes de mantenimiento para determinar las tareas que serán objeto de análisis RCM. Priorizar basándose en la seguridad, disponibilidad operativa y rentabilidad esperada de las inversiones. Algunos ejemplos de limitar el alcance de los análisis iniciales incluyen:

- ✓ Análisis de base. Se trata de un mínimo esfuerzo inicial. Se supone más el plan de mantenimiento actual, son las tareas razonablemente justificadas, y entran de inmediato en el mantenimiento. Los beneficios de RCM se harán a través mantener esfuerzos proactivos.
- ✓ Análisis de perfil alto. Esto es similar a un método de análisis por encima el cual consiste en saltar a la fase de mantenimiento, tales como el análisis de costo, excepto que un mayor esfuerzo inicial puede ser justificada.
- ✓ Método de relleno. Este es un nivel medio para el análisis inicial. Se supone que el actual programa de mantenimiento preventivo cubre adecuadamente todos los posibles modos de falla, pero que puede haber algunos planes de mantenimiento que pueden no ser necesarios. Una lista de elementos y/o funciones es desarrollada para el análisis de tareas existentes en el plan de mantenimiento.

- ✓ Análisis completo. Este requiere el más alto esfuerzo inicial y sólo se debe considerar cuando retornos potenciales son altos, es decir, programas con una importante vida útil.

1.5.1.3 Proceso/Filosofía.

Identifica las filosofías y los procesos que se utilizarán para el RCM justificando las tareas en el más lógico y rentable programa de mantenimiento. Algunos de los factores que influyen en el desarrollo e identificación de las filosofías pueden incluir, pero no se limitan a: tamaño de la flota, las necesidades operacionales, limitaciones, y el mínimo nivel de las funciones.

1.5.1.4 Nivel de análisis.

Debe desarrollarse una lista de los sistemas, subsistemas y/o componentes que serán objeto importante de determinación. RCM debe realizarse a un nivel tan alto como sea posible.

La experiencia ha demostrado que para un completo análisis RCM, el sistema o subsistema generalmente es un buen lugar para iniciar el análisis RCM (NAVAIR, 1996).

1.6 REQUISITOS PARA LA INSTALACION DEL SOFTWARE IRCMS.

La correcta instalación y posterior puesta en funcionamiento de la herramienta IRCMS cumple con los siguientes requisitos mínimos:

- Sistemas operativos Windows 95/98/2000/XP o NT.
- Diseño para operar en 3454667 LAN (red de área local).

1.7 CARACTERISTICAS DE LA HERRAMIENTA IRCMS.

Las principales características con las que cuenta la herramienta para el desarrollo y ejecución de la misma son:

- ✓ Permite el acceso a múltiples usuarios a un mismo proyecto al mismo tiempo.
- ✓ Permite asignar a los usuarios diferentes niveles de acceso de acuerdo a las necesidades.
- ✓ Permite importar datos de otros proyectos.
- ✓ Permite guardar datos con el simple hecho de cerrar ventanas, la pérdida de datos es muy limitada.
- ✓ Facilita el empaquetado de tareas para el mantenimiento preventivo.
- ✓ Provee el seguimiento a los requerimientos de un mantenimiento preventivo.
- ✓ Mantiene una auditoria a los niveles de modo de falla de cada revisión hecha en los análisis.
- ✓ Proporciona indicadores de estado de las diferentes tareas, fallas funcionales, modos de falla, entre otros.
- ✓ Proporciona la capacidad de presentación de informes en el nivel especificado por el usuario.
- ✓ Entrega informes en varias formas, Word, en pantalla y HTML.

1.8 USO DEL SOFTWARE IRCMS.

1.8.1 Introducción del hardware.

Cada equipo ingresado al sistema es catalogado bajo los parámetros consignados en el siguiente formulario.

Así mismo, cada sistema es subdividido jerárquicamente en sub-sistemas, elementos y componentes hasta lograr cubrir el 100% del equipo y no dejar ningún cabo suelto.

Ilustración 8 - Información de un Equipo

The screenshot shows a software window titled "Item - End Item" with a standard Windows-style title bar (blue background, minimize, maximize, and close buttons). The window contains a form with the following fields and controls:

- Item ID:** A single-line text input field.
- Item Name:** A single-line text input field.
- Item Description:** A multi-line text input area.
- Item ID Code:** A single-line text input field.
- Number of Items in operation:** A single-line text input field containing the value "0".
- Part Number:** A single-line text input field.
- Item Design Life:** A single-line text input field containing "0" followed by a dropdown arrow.
- Alternate Application:** A single-line text input field.
- Status:** A dropdown menu currently showing "In process".
- Effectivity:** A single-line text input field.
- Analyst:** A dropdown menu.
- Approved by:** A dropdown menu.
- Reviewed by:** A dropdown menu.
- Buttons:** Four buttons are located at the bottom right: "Save", "Continue", "Cancel", and "Memo".

1.8.2 Introducción de funciones

En la pantalla principal se presiona Adding Function donde aparecerá la siguiente pantalla en la que se introducen las funciones del hardware y/o sistema.

Ilustración 9 - Introducción de Funciones.

Function - MP3301C - 02

Item ID: MP3301C

Function ID: 02

Function Description:

Functional Significance Determination

	Yes	No
1. Does loss of the function have an adverse effect on safety or environment?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Does loss of the function have an adverse effect on operations?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Does loss of the function have an adverse economical impact?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Is this function protected by an existing PM task?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Effectivity:

Analyst: VERGARA, JOHN

Status: In process

Approved by:

Reviewed by:

Print Save Continue Cancel Memo

1.8.3 Introducción de las fallas de función.

Seguidamente, después de haber introducido una función se activará en la ventana principal el botón Adding Function Failure será habilitado y de esta forma diligenciar el formulario de cada falla de función. El formulario comprende el ID de la función, descripción de la falla y posibles formas de evitar que la falla afecte el sistema.


Ilustración 10 - Introducción de Falla de Función.

Functional Failure - MP3301C - 02A

Item ID: MP3301C

Function ID: 02

Function Description:

Functional Failure ID: 

Functional Failure Description:

Compensating Provisions:

Effectivity:

Analyst: VERGARA, JOHN

Status: In process

Approved by:

Reviewed by:

Save Continue Cancel Memo

1.8.4 Introducción de los modos de falla.

La siguiente gráfica evidencia la ventana dispuesta para la consignación de los datos que comprende cada modo de falla de cada una de las fallas de función. Un indicador de modo de falla FMI consta de tres elementos: Un número de la función, o sea la función asociada a este modo de falla. Una letra de falla funcional, es decir la falla funcional asociada a esta función. Un número de 2 dígitos.

Así como son consignados los modos de falla, también se describe la forma de detectarlos y las tareas de mantenimiento asociadas, ya sea mantenimiento preventivo, tareas de lubricación o mantenimiento según la condición encontrada. El valor asociado a cada tarea de mantenimiento se asigna y se computa según sea efectuada por el personal encargado, ya sea directo o contratado.

Ilustración 11 - Introducción de Modo de Falla

Failure Mode - MP3301C - 01A01

Item ID: MP3301C Motor MP3301C FMI: 01 - A - 01 Rev:

Failure Mode Description:

Local Effects:

Next Higher Effects:

End Effects:

Detection Method:

Severity Class: Item ID code of failed item:

Effectivity: Part No of failed item: Operating Phase:

MTBF:

Failure Mode* Failure Consequences Service/Lube On-condition

Hard-time Failure Finding Age Exploration Other Action / No PM

Cost/Downtime Analysis Package / Summary* HRI Matrix

Print Save Continue Cancel Memo

El proceso completo del RCM, implica Funciones principal y secundarias, fallas funcionales y modos de fallas, con luego los trabajos y tareas programadas o no de mantenimiento.

1.9 MANTENIMIENTO.

Para mantener la disponibilidad de los equipos en las industrias del petróleo, alimenticia y textil se debe realizar diferentes estrategias de mantenimiento que existen como TPM, RCM, IRCMS, y combinados RCM, IRCM Y TPM, CMD (Mora A. -G., Pronósticos, 2007c).

Se puede lanzar sin mucho riesgo la tesis de que mantenimiento, es un área de apoyo logístico a las áreas de operación, manufactura, aprovisionamiento o distribución, de cualquier empresa, que es netamente un área logística de servicio, que le sirve de apoyo a todos aquellos departamentos o áreas de la empresa que usan o tienen equipos para realizar su función principal (Dounce, 1998) (Kelly & Harris, 1998).

De acá se deduce que la función de mantenimiento se puede sintetizar, en brindar el soporte logístico para que los equipos mantengan su funcionalidad, con los máximos valores de confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad, utilización, con la máxima productividad, con la mayor competitividad y al menor costo posible (Sourís, 1992) (Duffuaa & Ben-Daya, 1995) (Mora A. -G., Mantenimiento, 2012).

Estos paradigmas, básicamente son los que enmarcan la ciencia mantenimiento y en especial en su definición magna como lo es la Terotecnología (Yamashina, 1995) (Tsuchiya, 1995) (Rey, 2003) .

Por eso la función principal de mantenimiento es maximizar la disponibilidad que se requiere para mantener la producción de bienes y servicios al preservar el valor de las instalaciones para minimizar el deterioro de los equipos, logrando con el menor costo posible (Mora A. -G., Mantenimiento, 2012) (Mora A. -G., Mantenimiento, 2014).

1.9.1 Niveles de mantenimiento.

En los cuatro niveles de mantenimiento comprende datos y elementos necesarios para que exista una gestión de mantenimiento, que incluye la información, de las maquinas, herramientas, y repuestos, de cada una de las técnicas, que se realiza en todo lo que ocurre en los equipos registros de las fallas, y reparaciones, las inversiones, y modificaciones que se le hagan a los equipos (Mora A. -G., Mantenimiento, 2014).

1.9.1.1 Nivel instrumental.

El nivel instrumental de mantenimiento, está compuesto, por los elementos reales, requeridos en las empresas, para que exista un sistema de gestión, y operación. Los elementos del nivel instrumental de mantenimiento son; sistemas de información, recurso humano, variables relacionadas con todos los funcionarios pensantes y laborales de mantenimiento, herramientas repuestos e insumos, capital de trabajo, espacio físico, poder de negociación, tecnología, recursos naturales, planeación (Mora A. -G., Mantenimiento, 2014).

1.9.1.2 Nivel operacional

El mantenimiento en el nivel operacional es de orden mental, es decir son as posibles acciones mentales, que puede desarrollar el hombre sobre las maquinas, su ejecución organizada lógica, y coherente, se puede implantar, los diferentes tipos de mantenimiento, correctivo, preventivo, predictivo, modificativo (Mora A. -G., Mantenimiento, 2012).

1.9.2 Tipos de mantenimientos.

Existen varios tipos, entre los más importantes resaltan.

1.9.2.1 Mantenimiento correctivo.

Este tipo de mantenimiento es que el usuario detecta la falla cuando el equipo está en servicio o recién pierde su funcionalidad, ya sea al ponerlo en marcha o durante su utilización, y exige para su eficacia una buena y rápida reacción.

Las tareas de mantenimiento correctivo son las que se realizan con intención de recuperar la funcionalidad del elemento o el sistema, tras la pedida para realizar su función se requiere una tarea de mantenimiento correctivo; detección de la falla, Localización de la falla, Desmontaje, Recuperación o sustitución, Montaje, Pruebas, Verificación (Knezevic, 1996).

1.9.2.2 Mantenimiento preventivo.

Es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos, con el fin de detectar condiciones o estados inadecuados de esos elementos que puede en ocasionar paros a la producción o deterioro grave a la máquina.

Entre las formas que pueden aparecer en el uso de las acciones preventivas sobresalen, en donde el operario vela constantemente por todas las funciones sencillas de mantenimiento pudiendo anticiparse a graves averías, se basa en revisiones constantes de operación y del equipo (Mora A. -G., Mantenimiento, 2012).

1.9.2.3 Mantenimiento modificativo.

Este tipo de mantenimiento se aplica cuando no surge efecto ningún tipo de efecto en la funcionalidad del equipo, o se desea ampliar la capacidad del equipo y es cuando se da lugar a la aplicación de algunos instrumentos básicos o avanzados

de mantenimiento, para determinar la razón primaria la condición fuera del estándar.

Cuando la modificación no se hace como consecuencia de un estado de falla, si no con el fin de mejorar la productividad o elevar la confiabilidad de equipo, se puede hacer por envejecimiento del equipo, o por obsolescencia tecnológica (Mora A. -G., Mantenimiento, 2012).

1.9.2.4 Mantenimiento predictivo.

Estudia la evolución de ciertos parámetros, para asociarlos a la concurrencia de fallas, con el fin de determinar en qué periodo de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de estándares, para así poder planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente para que esa avería nunca tenga consecuencias graves ni genere paradas imprevistas en los equipos.

La inspección de los parámetros se puede realizar en forma periódica o en forma continua, dependiendo de diversos factores, los tipos de planta, los tipos de fallas diagnosticadas la inversión que se quiera realizar (Duffuaa & Ben-Daya, 1995).

El principal inconveniente del mantenimiento predictivo es de tipo económico; para cada máquina es necesaria la instalación de equipos de medición de parámetros que puedan ser: presión, pérdidas de cargas, caudales, consumos energéticos, caída de temperatura, ruidos, vibraciones, agrietamientos (Mora A. -G., Mantenimiento, 2012).

1.10 CONCLUSIONES DEL CAPITULO 1.

Los conceptos registrados en el capítulo anterior de RCFA, FMECA Y RCM, permite entender los diferentes comportamientos que muestran los equipos al analizar su desempeño operacional los cuales son aplicados a nivel mundial y permiten planear, organizar, dirigir, ejecutar y controlar totalmente la gestión de mantenimiento en cualquier tipo de empresa sin importar la economía en la cual se desarrolla (Mora A. -G., Mantenimiento, 2012).

Los parámetros de confiabilidad y la mantenibilidad al inicio del proceso de fabricación reducen las pérdidas por frecuencia y duración de paros no programados, la eficiencia en la productividad inicia en este punto.

Los parámetros de operación, la instalación de los equipos y el entorno donde se ubican complementan los requerimientos para aumentar la disponibilidad de las industrias.

2 VALVULAS DE CONTROL CV-602

2.1 OBJETIVO

Reconocer los factores de operación, técnicas, mecánicas de las válvulas de control CV-602 y las funciones que realiza en el manejo de CO₂ gas criogénico con el fin de analizar la información y programar mantenimiento en base a los resultados. Nivel 2 - Comprender.

2.2 INTRODUCCION AL CAPITULO 2

El capítulo provee la explicación integral, específica de los principales componentes, secciones relevantes del equipo, elementos que causan las consecuencias de las fallas, reparaciones y de requerimientos planeados, como también aporta los datos e información pertinente de los tiempos de paradas imprevistas, planeadas y tiempos útiles en sus fechas a nivel internacional.

2.3 DESARROLLO

La válvula de control CV-602 tiene como finalidad variar el caudal del fluido de control que modifica a su vez el caudal de la variable medida comportándose como un orificio de área continuamente variable.

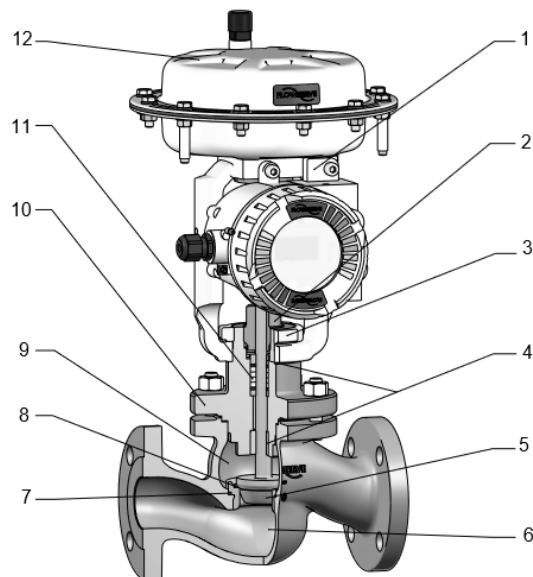
Ilustración 12 - Válvula de control CV – 602.



2.3.1 Características del equipo.

La válvula de control contiene en su interior el área de sello, lo conforman el obturador y los asientos, está provisto de rosca o de bridas para conectarlas a la tubería, su modularidad ofrece distintas opciones de materiales y componentes internos sellos en teflón, vitón, nitrilo, resortes, bujes, espárragos entre otros, reduce costos de inventarios de piezas y mantenimiento por la simplicidad en el diseño.

Ilustración 13 - Clasificación de las partes.



Partes.

- 1- Posición de montaje posicionador montado directo, sin tuberías.
- 2- Casquillo de empaquetadura.
- 3- Montaje del actuador fácil y versátil.
- 4- Guías doble guías.
- 5- Perfil Mecanizado preciso.
- 6- Características Optimo coeficiente de caudal
- 7- Junta estanca Anillo de perfil diseñado para cero fugas entre el asiento y el cuerpo.
- 8- Fugas en asiento estándar Estanqueidad de clase IV.

9- Capacidad de flujo elevado coeficiente de caudal.

10-Tapa estándar extensión de eje Fuelles estanqueidad al exterior.

11-Empaquetadura para emisiones con fuga teflón 100%.

12-CaRCFAsa.

(Flowserver corporation,@, 2013).

Ilustración 14 - Especificaciones válvula de control.

Estilo	Globo, ASME y DIN	Material internos	acero inoxidable 316
Tamaños	½ a 6 pulg. / 15 a 150 mm	Tipos de internos	estándar, TRIM balanceado
Clase de presión	ASME 150 y 300 / PN 16 y PN 40	Superficie del asiento y obturador	estándar, superficie del asiento Alloy 6
Conexión de extremos	Bridada	Características	isoporcentual, lineal, apertura rápida
Materiales del cuerpo	A216WCC / 1.0619 y A351CF8M / 1.4408	Ruido bajo y anticavitación	MultiStream 1 etapa
Dimensiones entre caras	ISA 75.08.06 / EN 558-1 serie básica 1	Índices de fuga	Clase IV, V y VI (con asiento blando opcional)
Tapa	estándar, extendida, con fuelles (estanqueidad al exterior)	Actuador	actuador de resorte, diafragma neumático
Empaquetadura	PTFE y grafito enrollado TA-Luft e ISO 15848-1	Posicionador estándar	Logix 420, montaje directo sin tubería

(Flowserver corporation,@, 2013)

2.3.2 Actuador flowact neumático.

Actuador de diafragma neumático Flowact estándar para las válvulas globo lineales con diseño ligero y sencillo tamaño de 250, 500 y 700 cm² Elevado, suministro de aire máximo 6 bares (87 psi) Amplio rango de temperatura: -46 a 82°C (-50 a 180°F) Volante opcional montado lateralmente.

Ilustración 15 - Actuador diafragma neumático.



Partes.

- 1- Caja del actuador, diafragma y resortes
- 2- El posicionador digital directo montado elimina la necesidad de tubing.
- 3- Posicionador digital a prueba de explosiones.
- 4- Buje roscado para el montaje del actuador.
- 5- Horquilla ligera fabricada en hierro dúctil.

(Flowserver corporation,@, 2013).

2.3.3 Actuador eléctrico.

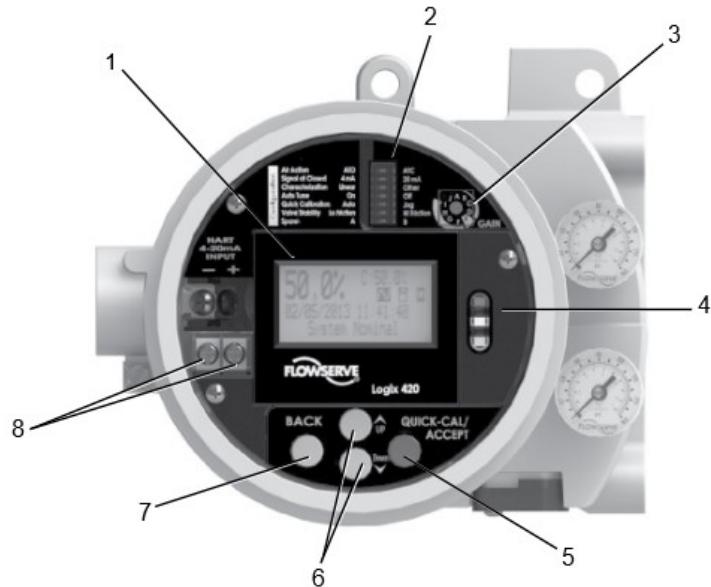
Posicionador eléctrico PS-Automatización opcional con software Valtek, es un dispositivo que sensa tanto la señal de un instrumento (controlador) como la posición del vástago de una válvula, Su función principal es la de asegurar que la posición de este vástago corresponda a la señal de salida del controlador o regulador, posee una pantalla opcional LCD que provee una gran variedad de informaciones útiles y funciones. La vista principal muestra información importante utilizando íconos y líneas de estado que se desplazan. Utilizando los botones de dirección (◀ ▲ ▼ ▶) para desplazarse en el menú, el usuario puede ver información detallada y realizar las funciones que se utilizan comúnmente

Ilustración 16 - Posicionador eléctrico.



Partes.

- 1- Salida (Control de montaje directo)
- 2- Entrada (Suministro)
- 3- Venteo (Piezo y Actuador) (0,14 barg (2 psi) Máx)



Partes.

- 1- Pantalla.
- 2- Interruptores de configuración
- 3- Perilla de selección de ganancia.

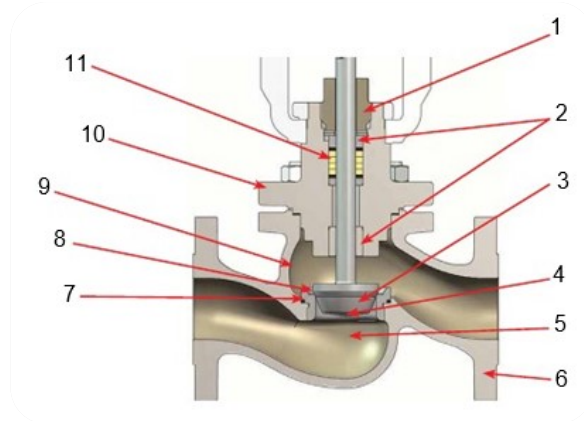
- 4- Luces LED de estados.
- 5- Botón mover a la derecha.
- 6- Botón Subir, Botón Bajar.
- 7- Botón Atrás (Mover a la izquierda),
- 8- Entrada HART 4-20 mA.

(Flowserver corporation,@, 2013).

2.3.4 Cuerpo o bonete.

Contiene en su interior el obturador, asientos y está provisto de rosca o de bridas para conectar la válvula a la tubería, Su modularidad ofrece distintas opciones de materiales y componentes internos que se adaptan a la mayoría de las situaciones de servicio, la sencillez del diseño reduce los costes de inventario de piezas y mantenimiento, perfectamente adecuada para el control del caudal y de la presión, el obturador es quien realiza la función de paso del fluido y puede actuar en la dirección de su propio eje o bien tener un movimiento rotativo, Esta unido a un vástago que pasa a través de la tapa del cuerpo y que es accionado por el servomotor.

Ilustración 17 - Cuerpo o bonete.



Partes.

- 1- El casquillo de la empaquetadura de acero inoxidable.
- 2- Guía doble del vástago.
- 3- Perfil especialmente mecanizado en el cabezal del obturado.
- 4- Anillo del asiento atornillado, fácil retirada.
- 5- Asiento.
- 6- Conexiones de extremos bridados.
- 7- Silla entre el asiento y el cuerpo.
- 8- Área de sello estanqueidad estándar clase IV.
- 9- Válvula globo.
- 10-Tapa robusta bridada integral.
- 11-Empaques teflón 100%

(Flowserver corporation,@, 2013).

2.4 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 2

Se describen los principales componentes de la válvula de control donde se hace el análisis de fallas del equipo a cada fase con sus funciones principales, fallas funcionales y modos de falla para poder establecer los planes de mantenimiento y tareas correspondientes, es importante señalar que a pesar de poseer similares periodos para intervención, ciertos sistemas requieren de otros tipos de tareas por sus mecanismos o por la criticidad de sus funciones.

3.1 OBJETIVO 3

Ilustrar los modos de fallas más significativos de las válvulas de control, con sus fallas y así implementar metodologías de mantenimiento RCFA, FMECA, Nivel3 - Aplicar.

3.2 INTRODUCCION AL CAPITULO 3

En el capítulo tres, se definen los modos de fallas más significativos de las piezas en que está compuesta las válvulas de control, en esta sección se presenta la información que sirve como base para los análisis posteriores y definir acciones necesarias según lo requiera la organización.

3.3 DESARROLLO.

En las siguientes ilustraciones se registraran las fallas, fallas funcionales, modo de falla de cada sistema y subsistema que comprende la válvula de control, para determinar los diferentes planes de mantenimiento que sean necesarios para prolongar el tiempo operativo del activo después de extensas horas de operación.

Las consecuencias de una falla no solo son la falta de funcionalidad, en ocasiones pueden producir daños al medio ambiente, pérdidas de vida humana o animal, siniestros parciales o totales a personas, daños a bienes materiales o a servicios, entre otros.

El análisis de fallas es un proceso sistémico que perdura en el tiempo, es de acción permanente, el grupo caza-fallas se reúne en forma constante y periódica, se debe mantener un registro activo en tiempo real de todos los hechos, acciones, análisis de fallas, evidencias, controles, registros, datos, etc. (Mora A. -G., Mantenimiento, 2012).

Ilustración 18 - Proceso de análisis de falla.

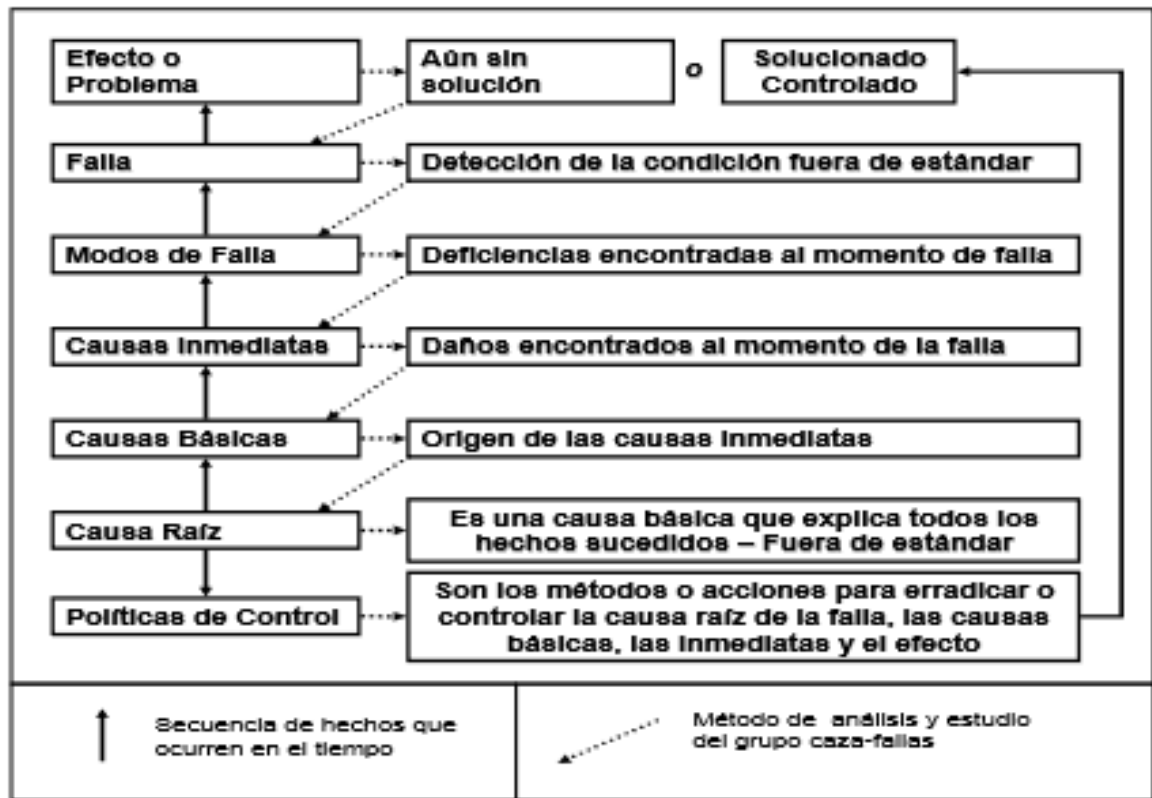


Ilustración 19 - Funciones y fallas a distintos niveles CV-602

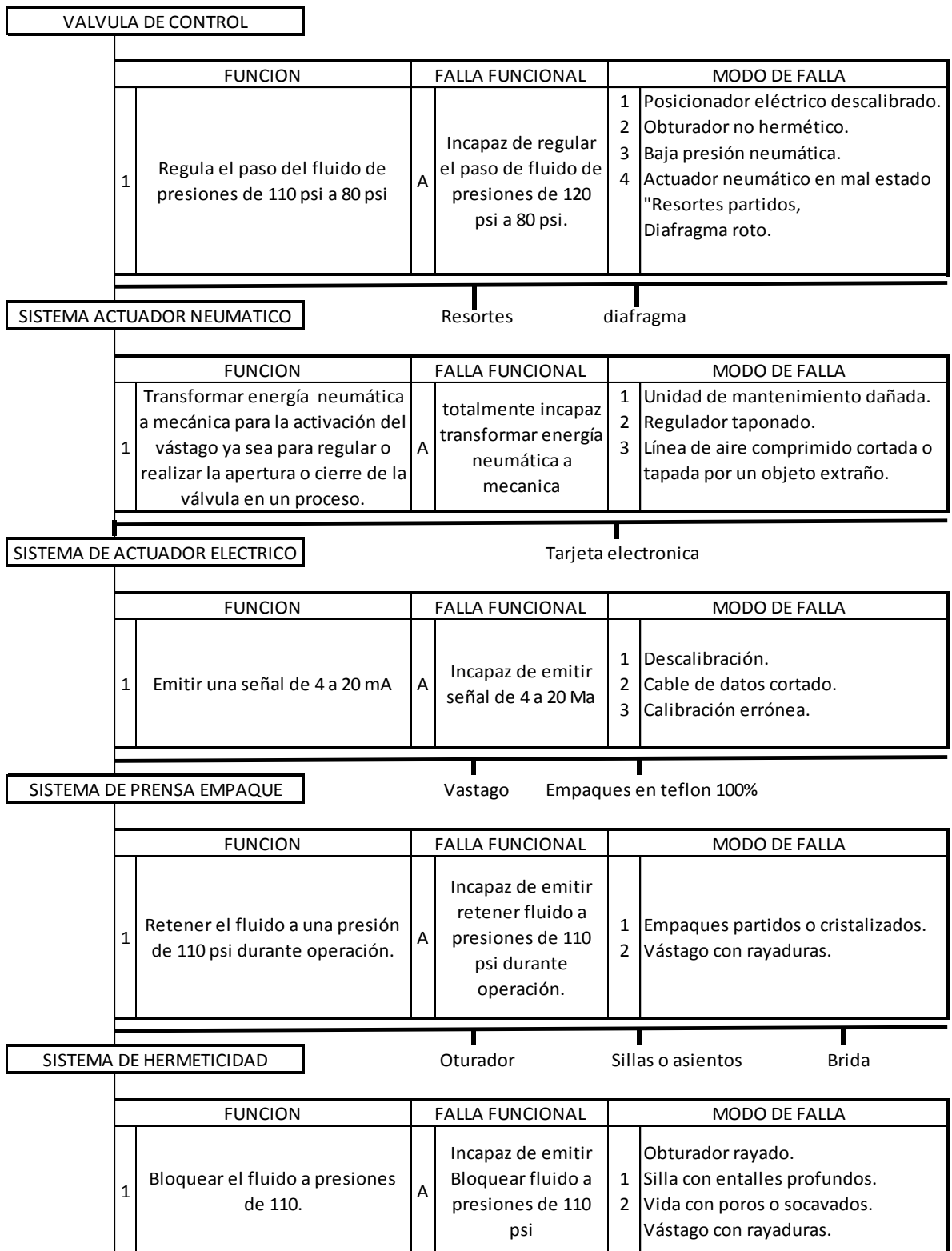


Ilustración 20 - Sistema actuador neumático CV-602.

REPORTE DE FALLAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ			Nº 1
1- INFORME SEMESTE		Nº 1: X	Nº 2:
SISTEMA: Actuador neumático		SUBSISTEMA: NO APLICA	SERIE/TAG: CV- 602
INSPECCION	INICAL : X	FINAL:	
FECHA INICIO: 11 de Enero 2017	HORA INICIAL: 7:00 a. m.	FECHA FINAL: 23 de Mayo 2017	HORA FINAL: 5:00 pm
2-FRECUENCIA DE OCURRENCIA: Semestral.			
3-DESCRIPCIÓN DEL EVENTO: El actuador neumático no transforma la energía neumática en mecánica para la activación del vástago ya sea para regular o realizar la apertura o cierre de la válvula en un proceso.			
4-SINTOMA: El actuador no actúa por baja presión de aire comprimido observado a través de un manómetro análogo.			
5-CAUSA INMEDIATA: El actuador neumático no transformar energía neumática a mecánica.			
6-CAUSA BASICA: Las líneas de alimentación y unidad de mantenimiento de aire comprimido se encuentra tapada y des calibrada.			
7-CAUSA RAIZ			
El suministro de aire proveniente de la alimentación del compresor era mínima a la requerida para la distribución al controlador, generando el movimiento inadecuado del vástago durante la regulación, apertura o cierre de la válvula, permitiendo el paso del fluido.			
FISICA:	HUMANA:	SISTEMA: X	
CONTROL: Realizar inspecciones a todos los suministros de aire comprimidos ubicados en la planta para garantizar el buen funcionamiento de los equipo, teniendo en cuenta las especificaciones dadas por el proveedor o manuales del fabricante durante la fase operativa.			
8-EVIDENCIAS			
Se realiza pruebas de lazo observando que la válvula no ejecuta el desplazamiento adecuado.			
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			
9- IMPACTO POTENCIAL			
OPERATIVO		COSTOS	
Parada de la línea donde está operando la válvula generando atrasos de producción planificadas semanalmente.		No se cumple con la meta planificada generando pérdidas económicas, en traslado de camiones de llenado, mantenimientos repentinos que afectan la economía de la empresa.	
10- ACCIONES DE MANTENIMIENTO:			
1- Limpiar las líneas que alimenta el sistema de almacenamiento de aire comprimido para evitar taponamiento. 2- Purgar las impurezas de la unidad de mantenimiento de aire comprimido.			
11- POLITICAS DE CONTROL			
1-Durante las inspecciones semanales verificar el compresor que alimenta las líneas de aire comprimido. 2-Verificar la presión según los requerimientos dados por parte del fabricante a través de manómetros análogos.			
REALIZADO POR			
Nombre: Jhonatan Arley Sandoval Cespedes			
Cargo: Coordinador de Mantenimiento		Firma:	
Fecha: 11 de Enero de 2017			

Ilustración 21 - Subsistema del actuador neumático Resortes CV-602.

REPORTE DE FALLAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ			N° 2
1- INFORME SEMESTE		N° 1: X	N° 2:
SISTEMA: ACTUADOR NEUMATICO		SUBSISTEMA: Resortes	SERIE/TAG: CV- 602
INSPECCION	INICAL :	X	FINAL:
FECHA INICIO: 21 de Enero 2017	HORA INICIAL: 7:00 a. m.	FECHA FINAL: 23 de Mayo 2017	HORA FINAL: 5:00 pm
2-FRECUENCIA DE OCURRENCIA: Semestral.			
3-DESCRIPCIÓN DEL EVENTO: No actúa o contrae durante el suministro de aire comprimido para que el actuador neumático transforme la energía neumática en mecánica para la activación del vástago ya sea para regular o realizar la apertura o cierre de la válvula en un proceso.			
4-SINTOMA: El resorte no se contrae para que ayude accionar el actuador neumático la válvula.			
5-CAUSA INMEDIATA: El resorte no se comprime o tensiona durante el suministro de aire comprimido y accionamiento del actuador.			
6-CAUSA BASICA: Resortes partidos.			
7-CAUSA RAIZ			
El suministro de aire proveniente de la alimentación del compresor es superior a la requerida para la distribución al controlador, ocasionando la fatiga de los resortes. Humedad o filtración de agua dentro del actuador.			
FISICA:	HUMANA:	SISTEMA: X	
CONTROL: Realizar inspecciones al pulmón de alimentación de aire comprimido evitando sobrepresiones, para garantizar el buen funcionamiento de los equipo, teniendo en cuenta las especificaciones dadas por el proveedor o manuales del fabricante durante la fase operativa.			
8-EVIDENCIAS			
Se realiza pruebas de lazo observando que la válvula no ejecuta el desplazamiento adecuado.			
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			
9- IMPACTO POTENCIAL			
OPERATIVO		COSTOS	
Parada de la línea donde está operando la válvula generando atrasos de producción planificadas semanalmente.		No se cumple con la meta planificada generando pérdidas económicas, en traslado de camiones de llenado, mantenimientos repentinos que afectan la economía de la empresa.	
10- ACCIONES DE MANTENIMIENTO:			
1- Cambiar los resortes. 2-Verificar que sean los recomendados por el fabricante de la válvula y que no tengan imperfecciones. 3-Realizar bien la instalación de los resortes.			
11- POLITICAS DE CONTROL			
1-Durante las inspecciones semanales verificar que no tenga filtración de agua que pueda ingresar al actuador. 2-Verificar la presión según los requerimientos dados por parte del fabricante a través de manómetros análogos en el rango adecuado 3 a 15 libras/pulgadas ² .			
REALIZADO POR			
Nombre: Jhonatan Arley Sandoval Cespedes			
Cargo: Coordinador de Mantenimiento		Firma:	
Fecha: 21 de Enero de 2017			

Ilustración 22 - Subsistema del actuador neumático Diafragma CV-602.

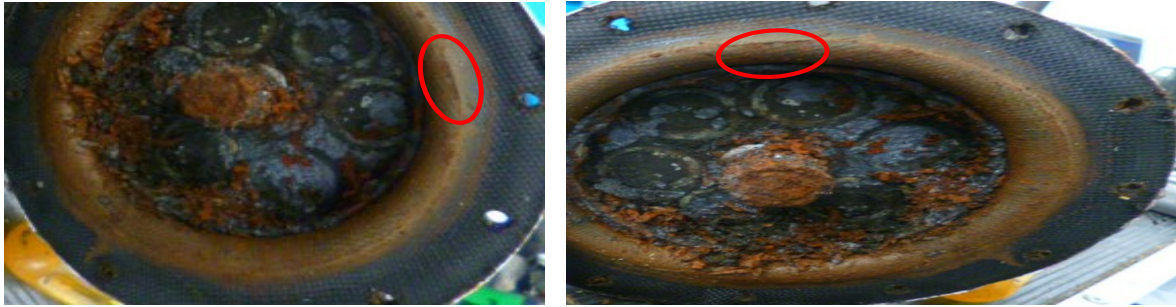
REPORTE DE FALLAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ			N° 3
1- INFORME SEMESTE		N° 1: X	N° 2:
SISTEMA: ACTUADOR NEUMATICO		SUBSISTEMA: Diafragma	SERIE/TAG: CV- 602
INSPECCION	INICAL :	X	FINAL:
FECHA INICIO: 11 de Febrero 2017	HORA INICIAL: 7:00 a. m.	FECHA FINAL: 09 de Abril 2017	HORA FINAL: 5:00 pm
2-FRECUENCIA DE OCURRENCIA: Semestral.			
3-DESCRIPCION DEL EVENTO: Presenta escape del aire comprimido suministrado al actuador neumático evita que el actuador neumático transforme la energía neumática en mecánica para la activación del vástago ya sea para regular o realizar la apertura o cierre de la válvula en un proceso.			
4-SINTOMA: Se evidencia caídas de presión generando un mal accionamiento del actuador neumático.			
5-CAUSA INMEDIATA: No almacena el aire comprimido dentro el actuador neumático.			
6-CAUSA BASICA: Diafragma roto.			
7-CAUSA RAIZ			
El suministro de aire proveniente de la alimentación del compresor es superior a la requerida para la distribución al controlador, ocasionando la fatiga en el diafragma. Resortes en mal estado ocasionando rupturas en el área del diafragma.			
FISICA:	HUMANA:	SISTEMA: X	
CONTROL: Realizar inspecciones a pulmón de alimentación de aire comprimido evitando sobrepresiones, teniendo en cuenta el rango de operación de la válvula de 3 a 15 libras/pulgadas ² , garantizando el buen funcionamiento de los equipo.			
8-EVIDENCIAS			
Se realiza pruebas de lazo observando que la válvula no ejecuta el desplazamiento adecuado.			
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			
9- IMPACTO POTENCIAL			
OPERATIVO		COSTOS	
Parada de la línea donde está operando la válvula generando atrasos de producción planificadas semanalmente.		No se cumple con la meta planificada generando pérdidas económicas, en traslado de camiones de llenado, mantenimientos repentinos que afectan la economía de la empresa.	
10- ACCIONES DE MANTENIMIENTO:			
1- Cambio de diafragma. 2- Verificar que sea el diafragma adecuado y recomendados por el fabricante de la válvula y que no tengan rupturas. 3- Aplicar lubricante antes de la instalación.			
11- POLITICAS DE CONTROL			
1- Durante las inspecciones semanales verificar que no tenga filtración de agua que pueda ingresar al actuador. 2- Verificar la presión según los requerimientos dados por parte del fabricante a través de manómetros análogos en el rango adecuado 3 a 15 libras/pulgadas ²			
REALIZADO POR			
Nombre: Jhonatan Arley Sandoval Cespedes			
Cargo: Coordinador de Mantenimiento		Firma:	
Fecha: 11 de Febrero de 2017			

Ilustración 23 - Sistema del actuador Eléctrico CV-602.

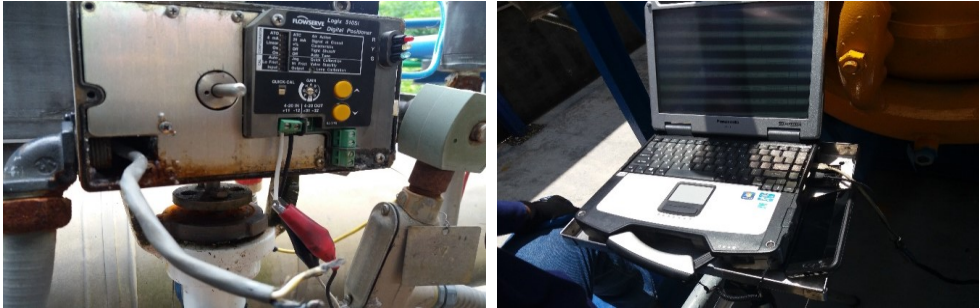
REPORTE DE FALLAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAZ			N° 4
1- INFORME SEMESTE		N° 1: X	N° 2:
SISTEMA: Actuador electrico		SUBSISTEMA: NO APLICA	SERIE/TAG: CV- 602
INSPECCION	INICAL :	X	FINAL:
FECHA INICIO: 1 de Marzo 2017	HORA INICIAL: 7:00 a. m.	FECHA FINAL: 29 de Mayo 2017	HORA FINAL: 5:00 pm
2-FRECUENCIA DE OCURRENCIA: Semestral.			
3-DESCRIPCION DEL EVENTO: El actuador eléctrico no Emite señal de 4 a 20 mA para transforma la energía eléctrica en mecánica para la activación del vástago ya sea para regular o realizar la apertura o cierre de la válvula en un proceso.			
4-SINTOMA: Se evidencia des configuración del actuador eléctrico.			
5-CAUSA INMEDIATA: No sensa la señal del controlador.			
6-CAUSA BASICA: Des calibración del actuador eléctrico.			
7-CAUSA RAZ			
Falta de conocimiento del personal técnico quien realiza la configuración o calibración del actuador eléctrico.			
FISICA:	HUMANA:	X	SISTEMA:
CONTROL: Capacitar al personal sobre los temas de calibración de los posicionadores eléctricos.			
8-EVIDENCIAS			
Se realiza pruebas de lazo observando falla de comunicación entre el cuarto de control y el equipo.			
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			
9- IMPACTO POTENCIAL			
OPERATIVO		COSTOS	
Parada de la línea donde está operando la válvula generando atrasos de producción planificadas semanalmente.		No se cumple con la meta planificada generando pérdidas económicas, en traslado de camiones de llenado, mantenimientos repentinos que afectan la economía de la empresa.	
10- ACCIONES DE MANTENIMIENTO:			
1- Calibración del actuador eléctrico para que emita señal de 4 a 20 mA.			
2- Realizar pruebas de lazo entre el cuarto de control y pruebas en campo evidenciando la trazabilidad en los resultados entre las dos partes.			
11- POLITICAS DE CONTROL			
1-Capacitar al personal técnico sobre capacitación de actuadores eléctricos.			
2-Verificar que los equipos estén calibrados.			
REALIZADO POR			
Nombre: Jhonatan Arley Sandoval Cespedes			
Cargo: Coordinador de Mantenimiento		Firma:	
Fecha: 1 de Marzo de 2017			

Ilustración 24 - Subsistema del actuador Eléctrico Tarjeta electrónica CV-602.

REPORTE DE FALLAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ			N° 5
1- INFORME SEMESTE		N° 1: X	N° 2:
SISTEMA: Actuador electrico		SUBSISTEMA: tarjeta electronica	SERIE/TAG: CV- 602
INSPECCION	INICAL : X	FINAL:	
FECHA INICIO: 25 de Enero 2017	HORA INICIAL: 7:00 a. m.	FECHA FINAL: 9 de Mayo 2017	HORA FINAL: 5:00 pm
2-FRECUENCIA DE OCURRENCIA: Semestral.			
3-DESCRIPCION DEL EVENTO: No acepta los mandos generados durante la calibración.			
4-SINTOMA: Se evidencia desconfiguración del actuador eléctrico.			
5-CAUSA INMEDIATA: No sensa la señal del controlador.			
6-CAUSA BASICA: Sulfatación de la tarjeta electrónica.			
7-CAUSA RAIZ			
Filtración de humedad dentro del actuador electrónico.			
FISICA: X	HUMANA:	SISTEMA:	
CONTROL: Inspeccionar la carcasa del actuador para evitar filtración de humedad la cual daña la tarjeta provocando sulfatación.			
8-EVIDENCIAS			
Se realiza pruebas de lazo en campo la cual el actuador no recibe las señales enviadas desde el cuarto de control.			
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			
9- IMPACTO POTENCIAL			
OPERATIVO		COSTOS	
Parada de la línea donde está operando la válvula generando atrasos de producción planificadas semanalmente.		No se cumple con la meta planificada generando pérdidas económicas, en traslado de camiones de llenado, mantenimientos repentinos que afectan la economía de la empresa.	
10- ACCIONES DE MANTENIMIENTO:			
1- Cambio de la tarjeta electrónica. 2- Tapar las grietas que se evidencian en la carcasa del actuador 3- Realizar pruebas de lazo entre el cuarto de control y pruebas en campo evidenciando la trazabilidad en los resultados entre las dos partes.			
11- POLITICAS DE CONTROL			
1- Inspección semanal de los equipos electrónicos de la planta. 2- Verificar que los equipos estén calibrados.			
REALIZADO POR			
Nombre: Jhonatan Arley Sandoval Cespedes			
Cargo: Coordinador de Mantenimiento			Firma:
Fecha: 25 de Enero de 2017			

Ilustración 25 - Sistema del prensa empaque CV-602.

<p align="center">REPORTE DE FALLAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ</p>			<p align="center">N° 6</p>
<p>1- INFORME SEMESTE</p>		<p>N° 1: X</p>	<p>N° 2:</p>
<p>SISTEMA: Prensa empaque</p>		<p>SUBSISTEMA: NO APLICA</p>	<p>SERIE/TAG: CV- 602</p>
<p>INSPECCION</p>	<p>INICAL : X</p>	<p>FINAL:</p>	
<p>FECHA INICIO: 11 de Enero 2017</p>	<p>HORA INICIAL: 7:00 a. m.</p>	<p>FECHA FINAL: 23 de Mayo 2017</p>	<p>HORA FINAL: 5:00 pm</p>
<p>2-FRECUENCIA DE OCURRENCIA: Semestral.</p>			
<p>3-DESCRIPCIÓN DEL EVENTO: Se evidencia fuga la cual es producida por presiones del fluido a 110 psi.</p>			
<p>4-SINTOMA: Fuga de producto por el prensa empaque.</p>			
<p>5-CAUSA INMEDIATA: El prensa empaque no retiene el fluido.</p>			
<p>6-CAUSA BASICA: Torque de los espárragos inadecuado.</p>			
<p align="center">7-CAUSA RAIZ</p>			
<p>Ajuste inadecuado del prensa empaque generando más torque hacia una superficie no garantizando la hermeticidad del sistema.</p>			
<p>FISICA:</p>	<p>HUMANA: X</p>	<p>SISTEMA:</p>	
<p>CONTROL: Capacitar al personal técnico sobre la normatividad de torque con referencia de medidas y al tipo de materiales.</p>			
<p align="center">8-EVIDENCIAS</p>			
<p align="center">Se hacen inspecciones semanales observando fugas por el prensa empaque.</p>			
<p align="center">REGISTRO FOTOGRAFICO</p>			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>			
<p align="center">9- IMPACTO POTENCIAL</p>			
<p align="center">OPERATIVO</p>		<p align="center">COSTOS</p>	
<p>Parada de la línea donde está operando la válvula generando atrasos de producción planificadas semanalmente.</p>		<p>No se cumple con la meta planificada generando pérdidas económicas, en traslado de camiones de llenado, mantenimientos repentinos que afectan la economía de la empresa.</p>	
<p align="center">10- ACCIONES DE MANTENIMIENTO:</p>			
<p>1- Ajustar los espárragos como lo indica los manuales del fabricante.</p>			
<p>2- Lubricación.</p>			
<p align="center">11- POLITICAS DE CONTROL</p>			
<p>1- Realizar el seguimiento al personal técnico durante las actividades del ajuste del prensa empaque.</p>			
<p>2-Verificar que los empaques sean los sugeridos por el fabricante.</p>			
<p align="center">REALIZADO POR</p>			
<p>Nombre: Jhonatan Arley Sandoval Cespedes</p>			
<p>Cargo: Coordinador de Mantenimiento</p>		<p>Firma:</p>	
<p>Fecha: 11 de Enero de 2017</p>			

Ilustración 26 - Subsistema del prensa empaque Vástago CV-602.


REPORTE DE FALLAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ				N° 7
1- INFORME SEMESTE		N° 1: X	N° 2:	
SISTEMA: Prensa empaque		SUBSISTEMA: Vástago		SERIE/TAG: CV- 602
INSPECCION	INICAL :	X		FINAL:
FECHA INICIO: 11 de Enero 2017	HORA INICIAL: 7:00 a. m.	FECHA FINAL: 23 de Mayo 2017	HORA FINAL: 5:00 pm	
2-FRECUENCIA DE OCURRENCIA: Semestral.				
3-DESCRIPCION DEL EVENTO: Se evidencia fuga la cual es producida por presiones del fluido a 110 psi.				
4-SINTOMA: Fuga de producto por el vástago				
5-CAUSA INMEDIATA: El vástago no tiene sello hermético.				
6-CAUSA BASICA: El vástago presenta rayaduras y entalles profundos..				
7-CAUSA RAIZ				
Ajuste inadecuado del prensa empaque generando más torque hacia una superficie ocasionando rayado de las áreas de sello del vástago.				
FISICA:	HUMANA: X		SISTEMA:	
CONTROL: Capacitar al personal técnico sobre la normatividad de torque con referencia de medidas y al tipo de materiales.				
8-EVIDENCIAS				
Se hacen inspecciones semanales observando fugas por el prensa empaque.				
REGISTRO FOTOGRAFICO				
				
9- IMPACTO POTENCIAL				
OPERATIVO		COSTOS		
Parada de la línea donde está operando la válvula generando atrasos de producción planificadas semanalmente.		No se cumple con la meta planificada generando pérdidas económicas, en traslado de camiones de llenado, mantenimientos repentinos que afectan la economía de la empresa.		
10- ACCIONES DE MANTENIMIENTO:				
1- maquirar área afectada. 2-Ajustar los espárragos como lo indica los manuales del fabricante. 2- Lubricación.				
11- POLITICAS DE CONTROL				
1- Realizar el seguimiento al personal técnico durante las actividades del ajuste del prensa empaque. 2-Instalacion del vástago como lo indica el manual del fabricante.				
REALIZADO POR				
Nombre: Jhonatan Arley Sandoval Cespedes				
Cargo: Coordinador de Mantenimiento			Firma:	
Fecha: 11 de Enero de 2017				

Ilustración 27 - Subsistema del prensa empaque Empaques teflón CV-602.


REPORTE DE FALLAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ				N° 8
1- INFORME SEMESTE		N° 1: X	N° 2:	
SISTEMA: Prensa empaque		SUBSISTEMA: Empaques		SERIE/TAG: CV- 602
INSPECCION	INICAL :	X		FINAL:
FECHA INICIO: 11 de Enero 2017	HORA INICIAL: 7:00 a. m.	FECHA FINAL: 23 de Mayo 2017	HORA FINAL: 5:00 pm	
2-FRECUENCIA DE OCURRENCIA: Semestral.				
3-DESCRIPCION DEL EVENTO: Se evidencia fuga la cual es producida por presiones del fluido a 110 psi.				
4-SINTOMA: Fuga de producto por los empaques en teflón 100%.				
5-CAUSA INMEDIATA: Los empaque en teflón 100% no tienen sello hermético.				
6-CAUSA BASICA: los empaques en teflón 100% presenta rayaduras y entalles profundos.				
7-CAUSA RAIZ				
Ajuste inadecuado del prensa empaque generando más torque hacia una superficie ocasionando rayado de las áreas de sello de los empaques en teflón 100%.				
FISICA:	HUMANA:	X		SISTEMA:
CONTROL: Capacitar al personal técnico sobre la normatividad de torque con referencia de medidas y al tipo de materiales.				
8-EVIDENCIAS				
Se hacen inspecciones semanales observando fugas por el prensa empaque.				
REGISTRO FOTOGRAFICO				
				
9- IMPACTO POTENCIAL				
OPERATIVO		COSTOS		
Parada de la línea donde está operando la válvula generando atrasos de producción planificadas semanalmente.		No se cumple con la meta planificada generando pérdidas económicas, en traslado de camiones de llenado, mantenimientos repentinos que afectan la economía de la empresa.		
10- ACCIONES DE MANTENIMIENTO:				
1- Cambiar los empaques en material teflón 100% verificando que no esté maltratados. 2-Ajustar los espárragos como lo indica los manuales del fabricante. 2- Lubricación.				
11- POLITICAS DE CONTROL				
1- Realizar el seguimiento al personal técnico durante las actividades del ajuste del prensa empaque. 2- verificar la instalación de los empaques como lo indica el manual del fabricante.				
REALIZADO POR				
Nombre: Jhonatan Arley Sandoval Cespedes				
Cargo: Coordinador de Mantenimiento				Firma:
Fecha: 11 de Enero de 2017				

Ilustración 28 - Sistema de hermeticidad CV-602.

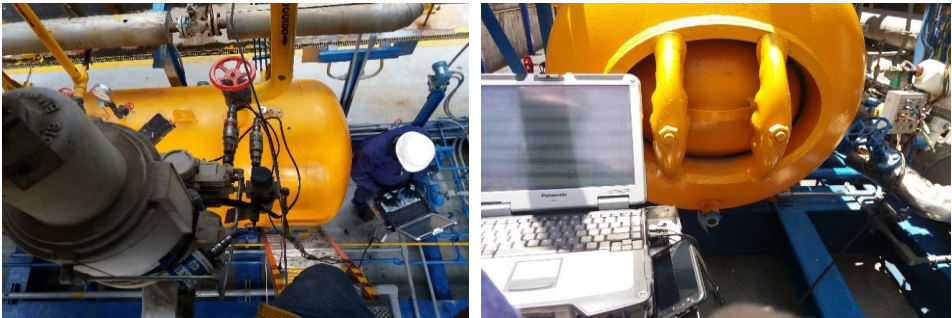
REPORTE DE FALLAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ			N° 9
1- INFORME SEMESTE		N° 1: X	N° 2:
SISTEMA: HERMETICIDAD		SUBSISTEMA: NO APLICA	SERIE/TAG: CV- 602
INSPECCION	INICAL :	X	FINAL:
FECHA INICIO: 11 de Enero 2017	HORA INICIAL: 7:00 a. m.	FECHA FINAL: 23 de Mayo 2017	HORA FINAL: 5:00 pm
2-FRECUENCIA DE OCURRENCIA: Semestral.			
3-DESCRIPCION DEL EVENTO: Se evidencia paso de fluido a presiones de 110 psi durante el cierre total de la válvula.			
4-SINTOMA: No se evidencia hermeticidad de la válvula de control.			
5-CAUSA INMEDIATA: Presenta pase por el área de sello de la válvula.			
6-CAUSA BASICA: Rayaduras de las áreas de sellos.			
7-CAUSA RAIZ			
Suciedad o remanente del producto provocando rayaduras en las áreas de sello perdiendo la hermeticidad de la válvula de control.			
FISICA:	HUMANA:	SISTEMA: X	
CONTROL: Limpieza general con hidroject o aire comprimido a líneas donde se encuentran instaladas las válvulas para sacar objetos extraños que provocan las rayaduras de los sellos de las válvulas de control.			
8-EVIDENCIAS			
Se evidencia pase por sello durante las pruebas en campo con el equipo profiler.			
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			
9- IMPACTO POTENCIAL			
OPERATIVO		COSTOS	
Parada de la línea donde está operando la válvula generando atrasos de producción planificadas semanalmente.		No se cumple con la meta planificada generando pérdidas económicas, en traslado de camiones de llenado, mantenimientos repentinos que afectan la economía de la empresa.	
10- ACCIONES DE MANTENIMIENTO:			
1- Desmonte y tratamiento de los sellos con pomada esmeril grado 325.			
2- Limpieza a las líneas de operación donde se encuentra ubicada las válvulas de control.			
11- POLITICAS DE CONTROL			
1- Realizar pruebas de estanqueidad a la presión de operación antes de instalar las válvulas de control.			
2-Pruebas en campo de apertura y cierre verificando la hermeticidad del equipo.			
REALIZADO POR			
Nombre: Jhonatan Arley Sandoval Céspedes			
Cargo: Coordinador de Mantenimiento		Firma:	
Fecha: 11 de Enero de 2017			

Ilustración 29 - Subsistema de hermeticidad Obturador CV-602.



REPORTE DE FALLAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ			N° 10
1- INFORME SEMESTE		N° 1: X	N° 2:
SISTEMA: HERMETICIDAD		SUBSISTEMA: Obturador	SERIE/TAG: CV- 602
INSPECCION	INICAL :	X	FINAL:
FECHA INICIO: 11 de Enero 2017	HORA INICIAL: 7:00 a. m.	FECHA FINAL: 23 de Mayo 2017	HORA FINAL: 5:00 pm
2-FRECUENCIA DE OCURRENCIA: Semestral.			
3-DESCRIPCION DEL EVENTO: Se evidencia paso de fluido a presiones de 110 psi durante el cierre total de la válvula.			
4-SINTOMA: No se evidencia hermeticidad del obturador durante el cierre total de la válvula.			
5-CAUSA INMEDIATA: Presenta pase por el área de sello del obturador.			
6-CAUSA BASICA: El obturador se encuentra rayado.			
7-CAUSA RAIZ			
Suciedad o remanente del producto provocando rayaduras en las áreas de sello perdiendo la hermeticidad de la válvula de control.			
FISICA:	HUMANA:	SISTEMA: X	
CONTROL: Limpieza general con hidroject o aire comprimido a líneas donde se encuentran instaladas las válvulas para sacar objetos extraños que provocan las rayaduras del obturador.			
8-EVIDENCIAS			
Se evidencia pase por sello durante las pruebas en campo con el equipo profiler.			
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			
9- IMPACTO POTENCIAL			
OPERATIVO		COSTOS	
Parada de la línea donde está operando la válvula generando atrasos de producción planificadas semanalmente.		No se cumple con la meta planificada generando pérdidas económicas, en traslado de camiones de llenado, mantenimientos repentinos que afectan la economía de la empresa.	
10- ACCIONES DE MANTENIMIENTO:			
1-Tratamiento del área de sello con pomada esmeril grado 325.			
2- Limpieza a las líneas de operación donde se encuentra ubicada las válvulas de control.			
11- POLITICAS DE CONTROL			
1- Realizar pruebas de estanqueidad a la presión de operación antes de instalar las válvulas de control.			
2-Pruebas en campo de apertura y cierre verificando la hermeticidad del equipo.			
REALIZADO POR			
Nombre: Jhonatan Arley Sandoval Céspedes			
Cargo: Coordinador de Mantenimiento		Firma:	
Fecha: 11 de Enero de 2017			

Ilustración 30 - Subsistema de hermeticidad Silla o asiento CV-602.


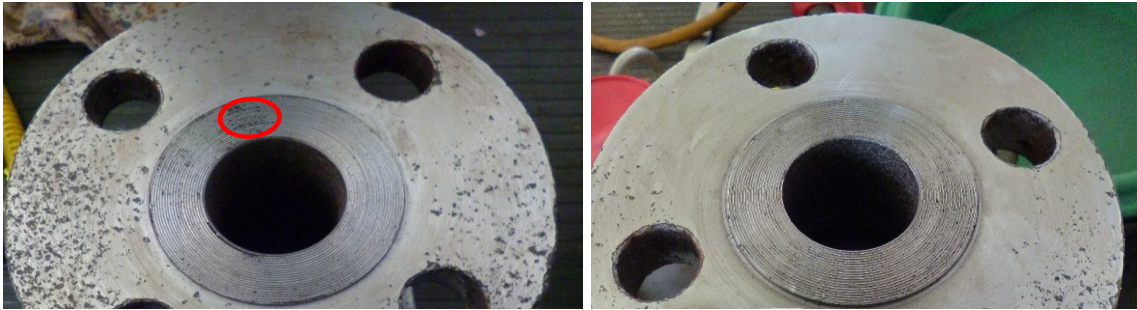
REPORTE DE FALLAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ			N° 11
1- INFORME SEMESTE		N° 1: X	N° 2:
SISTEMA: HERMETICIDAD		SUBSISTEMA: asiento o silla, SERIE/TAG: CV- 602	
INSPECCION	INICAL :	X	FINAL:
FECHA INICIO: 11 de Enero 2017	HORA INICIAL: 7:00 a. m.	FECHA FINAL: 23 de Mayo 2017	HORA FINAL: 5:00 pm
2-FRECUENCIA DE OCURRENCIA: Semestral.			
3-DESCRIPCION DEL EVENTO: Se evidencia paso de fluido a presiones de 110 psi durante el cierre total de la válvula.			
4-SINTOMA: No se evidencia hermeticidad del asiento o silla durante el cierre total de la válvula.			
5-CAUSA INMEDIATA: Presenta pase por el área de sello del asiento o silla.			
6-CAUSA BASICA: El asiento o silla se encuentra rayado.			
7-CAUSA RAIZ			
Suciedad o remanente del producto provocando rayaduras en las áreas de sello perdiendo la hermeticidad de la válvula de control.			
FISICA:	HUMANA:	SISTEMA: X	
CONTROL: Limpieza general con hidroject o aire comprimido a líneas donde se encuentran instaladas las válvulas para sacar objetos extraños que provocan las rayaduras del obturador.			
8-EVIDENCIAS			
Se evidencia pase por sello durante las pruebas en campo con el equipo profiler.			
<p>REGISTRO FOTOGRAFICO</p> 			
9- IMPACTO POTENCIAL			
OPERATIVO		COSTOS	
Parada de la línea donde está operando la válvula generando atrasos de producción planificadas semanalmente.		No se cumple con la meta planificada generando pérdidas económicas, en traslado de camiones de llenado, mantenimientos repentinos que afectan la economía de la empresa.	
10- ACCIONES DE MANTENIMIENTO:			
1-Tratamiento del área de sello con pomada esmeril grado 325.			
2- Limpieza a las líneas de operación donde se encuentra ubicada las válvulas de control.			
11- POLITICAS DE CONTROL			
1- Realizar pruebas de estanqueidad a la presión de operación antes de instalar las válvulas de control.			
2-Pruebas en campo de apertura y cierre verificando la hermeticidad del equipo.			
REALIZADO POR			
Nombre: Jhonatan Arley Sandoval Cespedes			
Cargo: Coordinador de Mantenimiento		Firma:	
Fecha: 11 de Enero de 2017			

Ilustración 31 - Subsistema de hermeticidad Brida CV-602.

REPORTE DE FALLAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ			N° 12
1- INFORME SEMESTE		N° 1: X	N° 2:
SISTEMA: HERMETICIDAD		SUBSISTEMA: bridas	SERIE/TAG: CV- 602
INSPECCION	INICAL :	X	FINAL:
FECHA INICIO: 11 de Enero 2017	HORA INICIAL: 7:00 a. m.	FECHA FINAL: 23 de Mayo 2017	HORA FINAL: 5:00 pm
2-FRECUENCIA DE OCURRENCIA: Semestral.			
3-DESCRIPCION DEL EVENTO: Se evidencia derrame de producto entre el área de sello de la brida de la válvula con la brida de la tubería a presiones de 110.			
4-SINTOMA: Fuga por el área de sello de las bridas de la válvula y tubería.			
5-CAUSA INMEDIATA: El área de sello de las bridas no tiene hermeticidad.			
6-CAUSA BASICA: El área de sello de la brida esta picada.			
7-CAUSA RAIZ			
Golpes a el área de sello de las bridas durante la instalación de la válvula y empaque que no sea la referencia o este en mal estado.			
FISICA:	HUMANA: x	SISTEMA: X	
CONTROL: Capacitaciones al personal técnico para la instalación de los equipos teniendo en cuenta las especificaciones de los fabricantes para la selección de los empaques.			
8-EVIDENCIAS			
Se evidencia fuga por el sello de las bridas durante las inspecciones semanales.			
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			
9- IMPACTO POTENCIAL			
OPERATIVO		COSTOS	
Parada de la línea donde está operando la válvula generando atrasos de producción planificadas semanalmente.		No se cumple con la meta planificada generando pérdidas económicas, en traslado de camiones de llenado, mantenimientos repentinos que afectan la economía de la empresa.	
10- ACCIONES DE MANTENIMIENTO:			
1-Maquinar área de sello de las bridas.			
2-Instalación de los empaques espirometalicos teniendo en cuenta el ANSI de la válvula y la línea donde se va a instalar.			
11- POLITICAS DE CONTROL			
1- Realizar el seguimiento al personal técnico durante las actividades de instalación de las válvulas de control.			
2-Realizar pruebas de estanqueidad a la presión de operación antes de instalar las válvulas de control.			
3-verificar los empaques que no se encuentren maltratados en el área de sello antes de instalarlos.			
REALIZADO POR			
Nombre: Jhonatan Arley Sandoval Cespedes			
Cargo: Coordinador de Mantenimiento		Firma:	
Fecha: 11 de Enero de 2017			

3.4 CONCLUSIÓN CAPITULO 3.

Es importante tener estos formatos, De esta forma ya quedan incorporados los datos requeridos al sistema de funciones, fallas, modos de falla y tareas de mantenimiento en todos los puntos y elementos requeridos.

En este capítulo se recopila la información y Llevar un historial para manejo y ordenamiento de información de mantenimiento, debe revisarse continuamente y mejorar, para tener información que lleven a la mejora continua en todos los procesos relacionados con las reparaciones.

4 PLAN DE MANTENIMIENTO

4.1 OBJETIVO 4

Catalogar las acciones de mantenimiento correctivo, preventivo, requeridos en las válvulas de control CV-602 a partir de la implementación de IRCM, para garantizar la confiabilidad de los equipos. Nivel 4 – Analizar.

4.2 INTRODUCCION AL CAPITULO 4

Teniendo en cuenta los registros de las fallas y modos de fallas de las válvulas de control CV-602 que se plasmaron en el formato de registros de fallas, estas son útiles para el desarrollo de las actividades en el software IRCMS donde nos muestra las estrategias y acciones de mantenimiento más significativas que se tomaran a un futuro para lograr la efectividad que se requiere a partir de los resultados que se realizan en la presente sección, con base en el objetivo de este Cuarto capítulo.

4.3 DESARROLLO.

Se registraron la función principal, funciones secundarias, las fallas funcionales, los modos de falla y las tareas de mantenimiento que se llevaran a cabo en el sistema analizado de forma ágil por medio de la herramienta de reportes que posee el software IRCMS, para identificar en donde existen factibilidades de mejora en las tareas de mantenimiento de la compañía.

4.4 ANALYSIS SUMMARI REPORT.

A continuación, se muestra uno de los análisis de reporte para la interpretación, estudio y mejora por parte del personal de mantenimiento.

Ilustración 32 - SETUP.

The Setup window has a tabbed interface with the following tabs: General, Default, Level of Maintenance, Publications, Packages, Operating Phases, Users, CF (Operating Hour/Unit), Severity Classes, Failure Frequencies, and HRI Matrix. The 'Users' tab is currently selected.

On the left side of the Users tab, there is explanatory text:

- 'Multiple users can be defined with different access rights.'
- 'AccessLevels: View Only = Records cannot be edited; Analyst = View, Edit and Review Rights; Signoff = View, Edit and Admin Rights'
- 'An Active status indicates that the user is a current user for this project.'

The main area contains two sections:

- Select a User to Edit:** Includes a '<<< Add New User >>>' button and a table with columns 'Last Name, First Name' and 'User ID'. The table contains one entry: 'SANDOVAL, JHONATAN' with 'User ID' '1'.
- Edit or Add User:** Includes input fields for 'First Name' (JHONATAN, optional), 'Last Name' (SANDOVAL), 'User Name' (1), 'Password' (*), and 'Verify Password' (*). It also has an 'Access Level' dropdown menu set to 'SignOff' and an 'Active' checkbox which is checked.

At the bottom of the window are buttons for 'Help', 'Delete', 'Save', 'Continue', 'Print', and 'Cancel'.

Ilustración 33 - Lista de Reportes

The screenshot shows the 'Reports' menu open in a software application. The menu options are: FMECA, Analysis Detail, Analysis Summary, Task Packaging, Cost/Skills, Project Summary, Hardware, and Memo Report.

The background window shows a 'Breakdown' view with a tree structure on the left containing 'M3301C - Sistema Motor', 'CE 3301C - Sistema Motor', and 'M3301C - Motor'. The main pane displays 'FMECA & RCM Information' for 'M3301C - Sistema Motor electrico' and '01 - Motor a 1700RPM'. It lists various failure modes and their descriptions, such as 'Cable 3301C - 01. Transportar el ruido electrico hasta el motor y equipos de respaldo' and 'CE 3301C - 01. Provocar energia electrica al motor'.

At the bottom right, there is a 'To do list' section with a 'Needs Update' status and a 'Analizing Period' indicator.

Ilustración 34 - Sistema válvula de control CV-602.

Integrated Reliability-Centered Maintenance System - Project: ircm2222.rcm

File Edit View Tools Reports Window Help

Current User: SANDOVAL
Access Level: Approver

Hardware Breakdown

- CV-602 Válvula de control
 - CV-602 Sistema hereticidad
 - CV-602 Subsistema brida
 - CV-602 Subsistema de silla o asiento
 - CV-602 Subsistema obturador
 - CV-602 Sistema Actuador neumatico
 - CV-602 Subsistema diafragma
 - CV-602 Subsistema resortes
 - CV-602 Sistema actuador eletrico
 - CV-602 Subsistema Tarjeta electronica
 - CV-602 Sistema de prensa empaque
 - CV-602 Subsistema vastago
 - CV-602 Subsistema empaques teflon 100%

FMECA & RCM Information

CV-602 Válvula de control

- 01 Regula el paso del fluido de presiones de 110 psi
 - A No regula el paso de fluidos de presiones de 120 p
 - 01 La valvula no regula el paso de fluido

To do list

In Work Needs Update Awaiting Review

- CV-602 Sistema actuador eletrico
- CV-602 Sistema Actuador neumatico
- CV-602 Sistema de prensa empaque
- CV-602 Sistema hereticidad
- CV-602 Subsistema brida
- CV-602 Subsistema de silla o asiento
- CV-602 Subsistema diafragma
- CV-602 Subsistema empaques teflon 100%
- CV-602 Subsistema obturador
- CV-602 Subsistema resortes
- CV-602 Subsistema vastago
- CV-602 Subsistema Tarjeta electronica

Ilustración 35 - Función Principal de la válvula de control.

Integrated Reliability-Centered Maintenance System - Project: TESIS MAESTRIA 1CLAVE1.rcm

File Edit View Tools Reports Window Help

Current User: SANDOVAL
Access Level: Approver

Hardware Breakdown

CV-602 Valvula de control

FMECA & RCM Information

CV-602 Valvula de control
+ 01

Item - CV-602

Item ID: CV-602

Item Name: Valvula de control

Item Description: Sistema valvula de control asociado a la linea de gas criogenico 602

Item ID Code: Number of Items in operation: 1

Part Number: Item Design Life: 58000 A - Operating Hours

Alternate Application: Status: In process

Effectivity: Actuador neumatico, electrico, empaque, hermeticid

Analyst: SANDOVAL, JHONATAN

Approved by:

Reviewed by:

Save Continue Cancel Memo

Function - CV-602 - 01

Item ID: CV-602

Function ID: 01

Function Description: Regula el paso del fluido de presiones de 110 psi a 80 psi

Functional Significance Determination

	Yes	No
1. Does loss of the function have an adverse effect on safety or environment?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Does loss of the function have an adverse effect on operations?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Does loss of the function have an adverse economical impact?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Is this function protected by an existing PM task?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Effectivity: Valvula de control CV-602

Analyst: SANDOVAL, JHONATAN Status: In process

Approved by:

Reviewed by:

Print Save Continue Cancel Memo

Ilustración 36 - Falla y Modo de Falla de la Función Principal.

Integrated Reliability-Centered Maintenance System - Project: TESIS MAESTRIA 1CLAVE1.rcm

File Edit View Tools Reports Window Help

Current User: SANDOVAL
Access Level: Approver

Functional Failure - CV-602 - 01A

Item ID: CV-602

Function ID: 01

Function Description: Regula el paso del fluido de presiones de 110 psi a 80 psi

Functional Failure ID: A

Functional Failure Description: No regula el paso de fluido de presiones de 120 psi a 80 psi.

Compensating Provisions: Verificar el posicionador electrico no este descalibrado y operar la valvula manualmente a traves de la volata

Effectivity:

Analyst: SANDOVAL, JHONATAN Status: In process

Approved by:

Reviewed by:

Save Continue Cancel Memo

Failure Mode - CV-602 - 01A01

Item ID: CV-602 Valvula de control FMI: 01 - A - 01 Rev:

Failure Mode Description: La valvula no regula el paso del fluido

Local Effects: No hay recorrido del vastago regulando el paso de fluido de presiones de 120 a 80 psi

Next Higher Effects: No se puede cargar los carotankes con gas criogenicos cumpliendo la solicitud del cliente

End Effects: Se deteiene la venta del gas criogenico

Detection Method: Se evidencia en los indicadores de presion la sobrepresion que tiene la linea en el descargadero

Severity Class: 2 - Critical Item ID code of failed item: CV-602

Effectivity: actuador neumatico y electrico, empaques, hermetic Part No of failed item: Operating Phase: Phase I

MTBF: 58000 A - Operating Hours

Failure Mode*	Failure Consequences	Service/Lube*	On-condition*
Hard-time*	Failure Finding	Age Exploration*	Other Action / No PM
Cost/Downtime Analysis	Package / Summary*	HRI Matrix	

Ilustración 37 - Tarea de Mantenimiento de la función Principal.

Integrated Reliability-Centered Maintenance System - Project: ircm2222.rcm

File Edit View Tools Reports Window Help

Current User: SANDOVAL
Access Level: Approver

Hardware Breakdown

- CV-602 Valvula de control
 - CV-602 Sistema hereticidad
 - CV-602 Sistema Actuador neumatico
 - CV-602 Subsistema diafragma
 - CV-602 Subsistema resortes
 - CV-602 Sistema actuador electrico
 - CV-602 Subsistema Tarjeta electronica
 - CV-602 Sistema de prensa empaque
 - CV-602 Subsistema vastago
 - CV-602 Subsistema empaques teflon 100%

Failure Mode - CV-602 - 01A01

Item ID: CV-602 Sistema de prensa empaque FMI: 01 - A - 01 Rev: 1

Task ID: 0030 #

Task Description:
Verificar que el lubricante grasa se aplique en el area donde va huicados los empaques

Preliminary Task Interval: 1 A - Operating Hours Task Man Hours: 1
Preliminary LOM: Tecnico mecani Task Material Cost: XDR100,000.00
Packaged Task Interval: 1 A - Operating Hours Non Recurring Cost: XDR100,000.00
Packaged LOM: Tecnico mecani Elapsed Maintenance Time: 3 (hours)

Cost of One Service/Lube Task:
Preliminary: XDR1,700,000.00 XDR1,700,000.00
Packaged: XDR1,700,000.00 ->

Task Accepted ☒

Failure Mode* Failure Consequences Service/Lube* On-condition*
Hard-time Failure Finding Age Exploration* Other Action / No PM*
Cost/Downtime Analysis* Package / Summary* HRI Matrix

Print Save Continue Cancel Memo

g Review

Windows taskbar: 11:44 05/05/17

Integrated Reliability-Centered Maintenance System - Project: icrm2222.rcm

File Edit View Tools Reports Window Help

Current User: SANDOVAL
Access Level: Approver

Hardware Breakdown

- CV-602 Valvula de control
 - CV-602 Sistema hereticidad
 - CV-602 Sistema Actuador neumatico
 - CV-602 Subsistema diafragma
 - CV-602 Subsistema resortes
 - CV-602 Sistema actuador eletrico
 - CV-602 Subsistema Tarjeta electronica
 - CV-602 Sistema de prensa empaque
 - CV-602 Subsistema vastago
 - CV-602 Subsistema empaques teflon 100%

Failure Mode - CV-602 - 01A01

Item ID: CV-602 Valvula de control FMI: 01 - A - 01 Rev: 1

HRI Matrix	Frequent	Probable	Occasional	Remote	Improbable
Catastrophic	1A	1B	1C	1D	1E
Critical	2A	2B	2C	2D	2E
Major	3A	3B	3C	3D	3E
Minor	4A	4B	4C	4D	4E

Legend:

- HIGH (Red)
- MEDIUM (Yellow)
- LOW (Green)
- ACCEPTABLE (Blue)

HRI Matrix Controls

Unmitigated
MTBF: 580000 Operating Hours Severity Class: 2 - Critical

Mitigated
MTBF: 0 Severity Class: 1

Buttons: Cost/Downtime Analysis*, Package / Summary*, HRI Matrix, On-condition*

Buttons: Failure Mode*, Failure Consequences, Service/Lube*, Other Action / No PM*

Buttons: Hard-time*, Failure Finding, Age Exploration*

Windows Taskbar: 11:46 05/05/17

Ilustración 39 - Funciones, Fallas y Modos de Falla del sistema en el iRCM

Integrated Reliability-Centered Maintenance System - Project: ircm2222.rcm

File Edit View Tools Reports Window Help

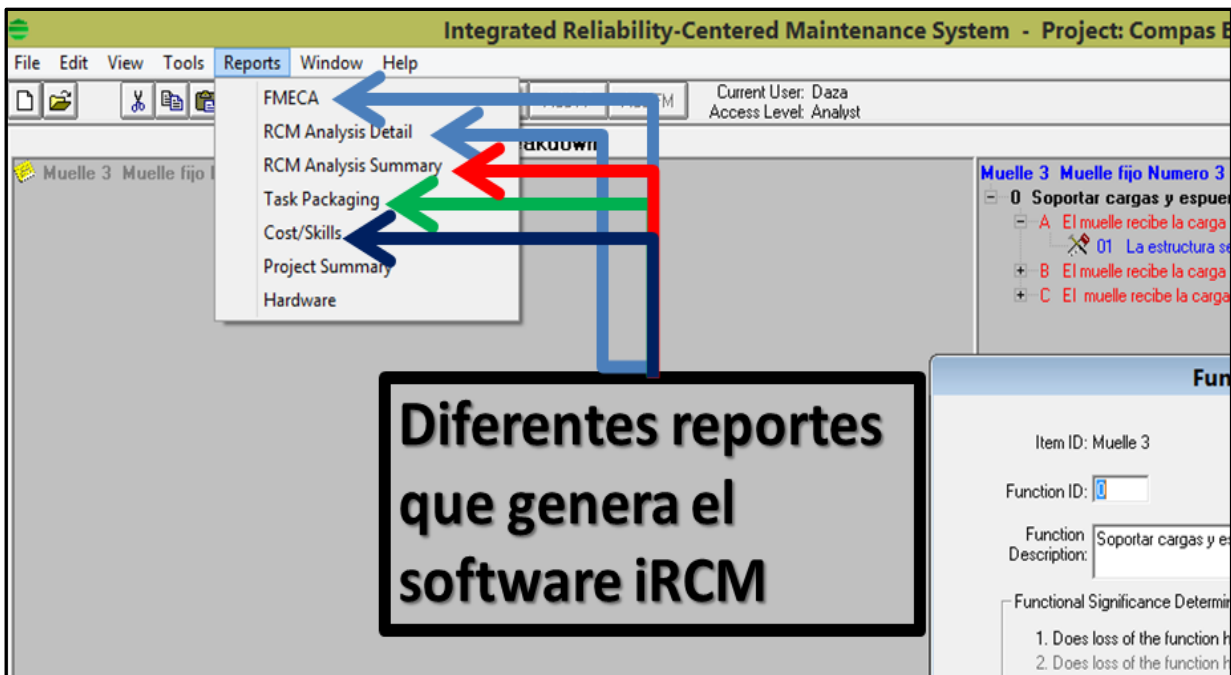
Current User: SANDOVAL
Access Level: Approver

Hardware Breakdown	FMECA & RCM Information
<ul style="list-style-type: none"> CV-602 Valvula de control <ul style="list-style-type: none"> CV-602 Sistema hereticidad CV-602 Subsistema brida CV-602 Subsistema de silla o asiento 	CV-602 Subsistema brida <ul style="list-style-type: none"> 01 Sellar entre la valvula y la tubería a presiones d <ul style="list-style-type: none"> A No sella entre la valvula y la tubería a presiones <ul style="list-style-type: none"> 01 La brida no tiene sello hermetico
<ul style="list-style-type: none"> CV-602 Valvula de control <ul style="list-style-type: none"> CV-602 Sistema hereticidad CV-602 Subsistema brida CV-602 Subsistema de silla o asiento 	CV-602 Subsistema de silla o asiento <ul style="list-style-type: none"> 01 Retener el fluido a 110 psi <ul style="list-style-type: none"> A No retiene el fluido a presion de 110 psi <ul style="list-style-type: none"> 01 La silla no tiene sello hermetico
<ul style="list-style-type: none"> CV-602 Valvula de control <ul style="list-style-type: none"> CV-602 Sistema hereticidad CV-602 Subsistema brida CV-602 Subsistema de silla o asiento CV-602 Subsistema obturador 	CV-602 Subsistema obturador <ul style="list-style-type: none"> 01 Retiene fluido a 110 psi <ul style="list-style-type: none"> A No retiene fluido a 110 psi <ul style="list-style-type: none"> 01 No retiene el fluido a 110 psi
<ul style="list-style-type: none"> CV-602 Valvula de control <ul style="list-style-type: none"> CV-602 Sistema hereticidad CV-602 Subsistema brida CV-602 Subsistema de silla o asiento CV-602 Subsistema obturador CV-602 Sistema Actuador neumatico 	CV-602 Sistema Actuador neumatico <ul style="list-style-type: none"> 01 Transformar energía neumática a mecánica para la <ul style="list-style-type: none"> A No transforma energía neumática en mecánica <ul style="list-style-type: none"> 01 El actuador no acciona
<ul style="list-style-type: none"> CV-602 Valvula de control <ul style="list-style-type: none"> CV-602 Sistema hereticidad CV-602 Subsistema brida CV-602 Subsistema de silla o asiento CV-602 Subsistema obturador CV-602 Sistema Actuador neumatico CV-602 Subsistema diafragma 	CV-602 Subsistema diafragma <ul style="list-style-type: none"> 01 Almacena el aire comprimido de 3 a 15 libras <ul style="list-style-type: none"> A No almacena el aire comprimido de 3 a 15 libras <ul style="list-style-type: none"> 01 No almacena aire comprimido de 3 a 15 libras
<ul style="list-style-type: none"> CV-602 Valvula de control <ul style="list-style-type: none"> CV-602 Sistema hereticidad CV-602 Subsistema brida CV-602 Subsistema de silla o asiento CV-602 Subsistema obturador CV-602 Sistema Actuador neumatico CV-602 Subsistema diafragma CV-602 Subsistema resortes 	CV-602 Subsistema resortes <ul style="list-style-type: none"> 01 actúa o contrae durante el suministro de aire comp <ul style="list-style-type: none"> A No actua o contrae durante el suministro de aire c <ul style="list-style-type: none"> 01 Los resortes no actua o contrae durante el suministro

Ilustración 40 - Funciones, Fallas y Modos de Falla del sistema en el iRCM

Hardware Breakdown		FMECA & RCM Information	
CV-602 Valvula de control <ul style="list-style-type: none"> CV-602 Sistema hereticidad CV-602 Subsistema brida CV-602 Subsistema de silla o asiento CV-602 Subsistema obturador CV-602 Sistema Actuador neumatico CV-602 Subsistema diafragma CV-602 Subsistema resortes CV-602 Sistema actuador eletrico 		CV-602 Sistema actuador eletrico <ul style="list-style-type: none"> 01 Emitir seal de 4 a 20 ma <ul style="list-style-type: none"> A No emite senal de 4 a 20 ma <ul style="list-style-type: none"> 01 El actuador no acciona 	
Hardware Breakdown		FMECA & RCM Information	
CV-602 Valvula de control <ul style="list-style-type: none"> CV-602 Sistema hereticidad CV-602 Subsistema brida CV-602 Subsistema de silla o asiento CV-602 Subsistema obturador CV-602 Sistema Actuador neumatico CV-602 Subsistema diafragma CV-602 Subsistema resortes CV-602 Sistema actuador eletrico CV-602 Subsistema Tarjeta electronica 		CV-602 Subsistema Tarjeta electronica <ul style="list-style-type: none"> 01 No acepta los mandos generados durante la calibrac <ul style="list-style-type: none"> A No registra la senal de 4 a 20 ma 	
Hardware Breakdown		FMECA & RCM Information	
CV-602 Valvula de control <ul style="list-style-type: none"> CV-602 Sistema hereticidad CV-602 Subsistema brida CV-602 Subsistema de silla o asiento CV-602 Subsistema obturador CV-602 Sistema Actuador neumatico CV-602 Subsistema diafragma CV-602 Subsistema resortes CV-602 Sistema actuador eletrico CV-602 Subsistema Tarjeta electronica CV-602 Sistema de prensa empaque 		CV-602 Sistema de prensa empaque <ul style="list-style-type: none"> 01 Retener el fluido a una presión de 110 psi durante <ul style="list-style-type: none"> A no retiene el fluido a presiones de 110 psi durant <ul style="list-style-type: none"> 01 El sistema de prensa empaque no retiene el fluido 	
Hardware Breakdown		FMECA & RCM Information	
CV-602 Valvula de control <ul style="list-style-type: none"> CV-602 Sistema hereticidad CV-602 Subsistema brida CV-602 Subsistema de silla o asiento CV-602 Subsistema obturador CV-602 Sistema Actuador neumatico CV-602 Subsistema diafragma CV-602 Subsistema resortes CV-602 Sistema actuador eletrico CV-602 Subsistema Tarjeta electronica CV-602 Sistema de prensa empaque CV-602 Subsistema vastago 		CV-602 Subsistema vastago <ul style="list-style-type: none"> 01 Retiene el fluido a presión de 110 psi <ul style="list-style-type: none"> A No retiene el fluido a presiones de 110 psi <ul style="list-style-type: none"> 01 No retiene el fluido a presiones de 110 n la super 	
Hardware Breakdown		FMECA & RCM Information	
CV-602 Valvula de control <ul style="list-style-type: none"> CV-602 Sistema hereticidad CV-602 Subsistema brida CV-602 Subsistema de silla o asiento CV-602 Subsistema obturador CV-602 Sistema Actuador neumatico CV-602 Subsistema diafragma CV-602 Subsistema resortes CV-602 Sistema actuador eletrico CV-602 Subsistema Tarjeta electronica CV-602 Sistema de prensa empaque CV-602 Subsistema vastago CV-602 Subsistema empaques teflon 100% 		CV-602 Subsistema empaques teflon 100% <ul style="list-style-type: none"> 01 Retiene el fluido a presiones 110 psi <ul style="list-style-type: none"> A Los empaques en teflon no tiene sello hemetco a p <ul style="list-style-type: none"> 01 Los empaques en teflon no tienen sello hermetico a 	

Ilustración 41 - Informes que se generan desde el IRCM



Las demás funciones, así como sus fallas, modos de falla y las tareas de mantenimiento propuestas se puede evidenciar en el archivo anexo llamado RCM MOTOR.rcm creado usando el software IRCMS.

Ilustración 42 - Logo-Enlace hacia la Aplicación.



[RCM MOTOR.rcm](#)

4.5 REPORTE FMECA.

A continuación, se expone el reporte generado por el software IRCM acerca del análisis FMECA.

Ilustración 43 - Reporte FMECA

FMECA Report

Print Date: 05/05/17

IRCMS

ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNIT
		NO.	Description	LTR	Description	NO.	Description		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
CV-60 2	Subsistema brida	01	Sellar entre la válvula y la tubería a presiones de 110 psi	A	No sella entre la válvula y la tubería a presiones de 110 psi	01	La brida no tiene sello hermetico	Phase I	No sella el fluido entre las caras de las bridas de la válvula y la tubería	No se permite el ingreso de los equipos de llenados	Se detiene el proceso de despacho de gas	Se evidencia a través de las mediciones de gases	2	58,000/A
CV-60 2	Subsistema de silla o asiento	01	Retener el fluido a 110 psi	A	No retiene el fluido a presión de 110 psi	01	La silla no tiene sello hermetico	Phase I	No bloquea el paso de fluido cuando la válvula está cerrada al 100%	no se puede hacer la entrega de gas a las empresas	se detiene el despacho de gas criogenico	Se evidencia durante las pruebas de campo con el profile	2	58,000/A
CV-60 2	Subsistema obturador	01	Retiene fluido a 110 psi	A	No retiene fluido a 110 psi	01	No retiene el fluido a 110 psi	Phase I	No tiene sello hermetico	No se pueden cargar los carro tanques por evidencia de incremento de presión	No se le cumple al cliente con el pedido	Se evidencia en las pruebas de campo con el profile	2	58,000/A
CV-60 2	Sistema hereticidad	01	Retiene el paso de fluido a presiones de 110 psi	A	No retiene el fluido a presiones de 100 psi	01	No retiene el fluido a presiones de 100 psi	Phase I	No se evidencia el sello hermetico mostrando pase de gas durante el cierre total de la válvula	No se puede cargar los carro tanques de los clientes	Se detiene el despacho de gas criogenico	Se evidencia durante las pruebas de campo con el equipo profile	2	58,000/A
CV-60 2	Subsistema diafragma	01	Almacena el aire comprimido de 3 a 15 libras	A	No almacena el aire comprimido de 3 a 15 libras	01	No almacena aire comprimido de 3 a 15 libras	Phase I	No hay accionamiento del actuador	No se le da cumplimiento a lo establecido por operaciones en la entrega de pedidos	Se detiene la entrega de gas criogenico	Se evidencia por las señales erróneas vistas en el cuarto de control	2	58,000/A
CV-60 2	Subsistema resortes	01	actúa o contrae durante el suministro de aire comprimido para que el actuador neumático transforme la energía neumática en mecánica para la activación del vástago	A	No actúa o contrae durante el suministro de aire comprimido	01	Los resortes no actúan o contraen durante el suministro de aire	Phase I	No hay accionamiento del actuador evitando el movimiento del vástago para la regulación del fluido	No se cumple con los requerimientos del cliente	Se detiene el despacho de gas criogenico	Se evidencia en la señal del cuarto de control la no operatividad de la válvula	2	58,000/A

FMECA Report

Print Date: 05/05/17

IRCMS

ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNIT:
		NO.	Description	LTR	Description	NO.	Description		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
CV-602	Valvula de control	01	Regula el paso del fluido de presiones de 110 psi a 80 psi	A	No regula el paso de fluidos de presiones de 120 psi a 80 psi	01	La valvula no regula el paso de fluido	Phase I	No hay recorrido del vástago regulando el paso del fluido de presiones de 120 psi a 80 psi	No se puede cargar los carrotanques con gas criogenico incumpliendo la solicitud del cliente	Se detiene la venta de gas criogenico	Se evidencia en los indicadores de presión la sobre presión que indica la línea en el descargadero	2	580,000/A

Page 3 of 3

Ilustración 44 - Resumen Estadístico del Proyecto.

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

End Item: CV-602Valvula de control

Item ID: CV-602

Subsistema brida

Failure Mode: 01A01

La brida no tiene sello hermetico

MTBF: 58,000 Operating Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: II

End Effects:

Se detiene el proceso de despacho de gas

Failure Detection Method:

Se evidencia a través de las mediciones de gases

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: JHONATAN SANDOVAL

Approved By: JHONATAN SANDOVAL

Summary Recommendation:

Task Sel	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Package d Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
		SL		/	/	/A	/A
->	0003	OC	Mediciones de gases	1/A	40/A	/A	/A
		HT		/	/	/A	/A
		FF		/	/	/A	/A
	0006	OA	Verificar el sello de las caras entre las bridas de la valvula y la tuberia			/A	/A
		NO PM	No Preventive Maintenance			/A	/A

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

End Item: CV-602Valvula de control

Item ID: CV-602

Subsistema de silla o asiento

Failure Mode: 01A01

La silla no tiene sello hermetico

MTBF: 56,000 Operating Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: II

End Effects:

se detiene el despacho de gas criogenico

Failure Detection Method:

Se evidencia durante las pruebas de campo con el profile

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: JHONATAN SANDOVAL

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Set	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
		SL		/	/	/A	/A
->	0009	OC	Maquinado area de sello y verificando con pruebas de estanquidad teniendo en cuenta la presion operativa 110 psi	1/	40/A	/A	/A
		HT		/	/	/A	/A
		FF		/	/	/A	/A
	0011	OA	Verificar el sello heretico de la silla durante las pruebas de estanquidad			/A	/A
		NO PM	No Preventive Maintenance			/A	/A

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

End Item: CV-602Valvula de control

Item ID: CV-602

Subsistema obturador

Failure Mode: 01A01

No retiene el fluido a 110 psi

MTBF: 58,000 Operating Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: II

End Effects:

No se le cumple al cliente con el pedido

Failure Detection Method:

Se evidencia en las pruebas de campo con el profile

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: JHONATAN SANDOVAL

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Seq	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Package'd Interval	Cost/Op Time	EM T/Op Time
		SL		/	/	/A	/A
->	0012	OC	Pruebas de estanquidad verificando el sello hermetico del obturador	1/A	40/A	/A	1/A
		HT		/	/	/A	/A
		FF		/	/	/A	/A
		OA	Verificar el sello hermetico del obturador a traves de las pruebas de estanquidad			/A	/A
		NO PM	No Preventive Maintenance			/A	/A

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

End Item: CV-602Valvula de control

Item ID: CV-602

Sistema hereticidad

Failure Mode: 01A01

No retiene el fluido a presiones de 100 psi

MTBF: 58,000 Operating Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: II

End Effects:

Se detiene el despacho del gas criogenico

Failure Detection Method:

Se evidencio durante las pruebas de campo con el equipo profile

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: JHONATAN SANDOVAL

Approved By: JHONATAN SANDOVAL

Summary Recommendation:

Task Scl	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
		SL		/	/	/A	/A
->	0008	OC	Pruebas de campo co el equipo profiler verificando el pase de gas despues de haber cerrado la valvula al 100%	1/A	40/A	/A	/A
		HT		/	/	/A	/A
		FF		/	/	/A	/A
	0004	OA	Verificar el sello entre el obturador y el asiento durante las pruebas en campo con el equipo profiler			/A	/A
		NO PM	No Preventive Maintenance			/A	/A

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

End Item: CV-602Valvula de control

Item ID: CV-602

Subsistema diafragma

Failure Mode: 01A01

No almacena aire comprimido de 3 a 15 libras

MTBF: 58,000 Operating Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: II

End Effects:

Se detiene la entrega del gas criogenico

Failure Detection Method:

Se evidencia por las senales erroneas vistas en el cuarto de control

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: JHONATAN SANDOVAL

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Set	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
		SL		/	/	/A	/A
->	0018	OC	Pruebas de lazo en campo	1/A	16/A	/A	5/A
		HT		/	/	/A	/A
		FF		/	/	/A	/A
->	0019	OA	Verificar el diafragma este en buenas condiciones observado las presiones de las lineas de aire comprimido			/A	0/A
		NO PM	No Preventive Maintenance			/A	0/A

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

End Item: CV-602Valvula de control

Item ID: CV-602

Subsistema resortes

Failure Mode: 01A01

Los resortes no actua o contrae durante el suministro de aire

MTBF: 58,000 Operating Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: II

End Effects:

Se detiene el despacho del gas criogenico

Failure Detection Method:

Se evidencia en la señal del cuarto de control la no operatividad de la valvula

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: JHONATAN SANDOVAL

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Scl	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
		SL		/	/	/A	/A
->	0019	OC	pruebas de lazo en campo	1/A	16/A	/A	1/A
		HT		/	/	/A	/A
		FF		/	/	/A	/A
->	0021	OA	Verificar que los resortes esten realizando la contraccion durante el suministro del aire comprimido y las pruebas de lazo			/A	/A
		NO PM	No Preventive Maintenance			/A	/A

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

End Item: CV-602Valvula de control

Item ID: CV-602

Subsistema vastago

Failure Mode: 01A01

No retiene el fluido a presiones de 110 n la superfile de la valvula

MTBF: 58,000 Operating Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: II

End Effects:

se detiene la distribucion de gas a los clientes

Failure Detection Method:

Detectado con equipos de medicion de gas

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: JHONATAN SANDOVAL

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Scl	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
		SL		/	/	/A	/A
->	0034	OC	Monitoreo de atmosferas, maquinado areas de sello	1/A	3/A	/A	1/A
		HT		/	/	/A	/A
		FF		/	/	/A	/A
->	0035	OA	Verificar que el vastago no evidencie rayaduras profundas en el area de sello			/A	0/A
		NO PM	No Preventive Maintenance			/A	0/A

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

End Item: CV-602Valvula de control

Item ID: CV-602

Subsistema empaques teflon 100%

Failure Mode: 01A01

Los empaques en teflon no tienen sello hermetico a presiones de 110 psi

MTBF: 58,000 Operating Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: II

End Effects:

Se detiene la distribucion de gas a los clientes

Failure Detection Method:

Detectado con equipos de medicion de gases

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: JHONATAN SANDOVAL

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Set	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
		SL		/	/	/A	/A
->	0037	OC	Reemplazar los empaques con las mismas especificaciones	1/A	8/A	/A	1/A
		HT		/	/	/A	/A
		FF		/	/	/A	/A
->	0038	OA	Verificar los empaques que no se encuentren cristalizados o deformados			/A	0/A
		NO PM	No Preventive Maintenance			/A	0/A

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

End Item: CV-602Valvula de control

Item ID: CV-602

Sistema de prensa empaque

Failure Mode: 01A01

El sistema de prensa empaque no retiene el fluido de operacion a 110 psi

MTBF: 58,000 Operating Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: II

End Effects:

Se detiene la venta de gas criogenico

Failure Detection Method:

Se evidencia en los medidores de gas la emanacion al ambiente

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: JHONATAN SANDOVAL

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Seq	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Package Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
->	0030	SL	Verificar que el lubricante grasa se aplique en el area donde va huicados los empaques	1/A	1/A	/A	/A
->	0031	OC	monitoreo de atmosfera	1/A	8/A	/A	2/A
		HT		/	/	/A	/A
		FF		/	/	/A	/A
->	0032	OA	Verificar los empaques y vástago no se encuentren cristalizado o con rayaduras			/A	0/A
		NO PM	No Preventive Maintenance			/A	0/A

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

End Item: CV-602Valvula de control

Item ID: CV-602

Subsistema Tarjeta electronica

Failure Mode: 01A01

La tarjeta no recibe la señal de 4 a 20 ma

MTBF: 58,000 Operating Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: II

End Effects:

Se detiene el despacho del gas criogenico incumpliendo los requerimientos del cliente

Failure Detection Method:

Se evidencia en el cuarto de control señales erróneas

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: JHONATAN SANDOVAL

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Scl	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
		SL		/	/	/A	/A
->	0026	OC	pruebas de lazo del cuarto de control a campo	1/A	16/A	/A	4/A
		HT		/	/	/A	/A
		FF		/	/	/A	/A
->	0027	OA	Verificar la tarjeta antes de realizar las pruebas de lazo, tomar continuidad.			/A	0/A
		NO PM	No Preventive Maintenance			/A	0/A

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

End Item: CV-602Valvula de control

Item ID: CV-602

Sistema actuador electrico

Failure Mode: 01A01

El actuador no acciona

MTBF: 58,000 Operating Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: II

End Effects:

Se para el despacho de gas criogenico

Failure Detection Method:

Alarma por incremento de presion en el sistema de llenado

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: JHONATAN SANDOVAL

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Scl	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Package d Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
		SL		/	/	/A	/A
->	0023	OC	pruebas de lazo en campo	1/A	16/A	/A	4/A
		HT		/	/	/A	/A
		FF		/	/	/A	/A
->	0024	OA	Verificar la tarjeta que no este sueltada realizando limpieza general con limpiador contacto			/A	0/A
		NO PM	No Preventive Maintenance			/A	0/A

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

End Item: CV-602Valvula de control
Item ID: CV-602
Sistema Actuador neumático

Failure Mode: 01A01
El actuador no acciona

MTBF: 58,000 Operating Hours **Safety:** NS **Hidden/Evident:** E **Severity:** II

End Effects:

No se carga los tanques con gas criogenicos deteniendo su venta

Failure Detection Method:

Se evidencia incremento de presión en las líneas a través de los indicadores de presión en los llenaderos

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: JHONATAN SANDOVAL

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Scl	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
		SL		/	/	/A	/A
->	0014	OC	Pruebas de lezo	1/A	40/A	/A	1/A
		HT		/	/	/A	/A
		FF		/	/	/A	/A
	0015	OA	Verificar que el posicionador este recibiendo y almacenando el suministro de aire de 3 a 15 libras			/A	0/A
		NO PM	No Preventive Maintenance			/A	0/A

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

End Item: CV-602Valvula de control

Item ID: CV-602

Valvula de control

Failure Mode: 01A01

La valvula no regula el paso de fluido

MTBF: 580,000 Operating Hours **Safety:** **Hidden/Evident:** **Severity:** II

End Effects:

Se detiene la venta de gas criogenico

Failure Detection Method:

Se evidencia en los indicadores de presion la sobrepresion que indica la linea en el descargadero

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: JHONATAN SANDOVAL

Approved By: JHONATAN SANDOVAL

Summary Recommendation:

Task Set	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
->	0001	SL		/	/A	/A	/A
->	0001	OC	Pruebas de lazo y calibracion del posicionador verificando la emision de 4 a 20 ma	1/A	40/A	/A	1/A
		HT		/	/	/A	/A
		FF		/	/	/A	/A
->	017	OA	Verificar que el posicionador este calibrado realizando las pruebas de lazo en campo			/A	0/A
		NO PM	No Preventive Maintenance			/A	0/A

Ilustración 45 - Informe de Tareas de mantenimiento a desarrollar.

Task Package Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

Item Code	FMI	Task Codes	SC	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Package Description	Reference Publication	Card/WP Number	Item/Para Number
					1st Insp /Units	Intvl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM					
CV-602	01A01	0001			N/A	/	3	N/A	/A						
CV-602	01A01	0001		Pruebas de lazo y calibración del posicionador verificando la emisión de 4 a 20 ma	2000/A	1/A	2	4/A	40/A	3	In Process	Manual de válvulas valtek		1	1
CV-602	01A01	0030		Verificar que el lubricante grasa se aplique en el área donde va huicados los empaques	N/A	1/A	4	N/A	1/A	4					
CV-602	01A01	0031		monitoreo de atm osfera	2000/A	1/A	2	4/A	8/A	2	In Process	Manual de válvulas valtek		9	9
CV-602	01A01	0023		pruebas de lazo en campo	2000/A	1/A	2	8/A	16/A	2	In Process	Manual de válvulas valtek		8	8
CV-602	01A01	0026		pruebas de lazo del cuarto de control a	2000/A	1/A	2	8/A	16/A	2	In Process	Manual de válvulas		9	9

CV-602	01A01	0014	Pruebas de lazo	200/A	1/A	4	4/A	40/A	4	In Process	Manual de valvulas valtek		6	6
CV-602	01A01	0019	pruebas de lazo en campo	3000/A	1/A	2	8/A	16/A	2	In Process	Manual de valvulas valtek		7	7
CV-602	01A01	0018	Preubas de lazo en campo	3000/A	1/A	4	8/A	16/A	4	In Process	Manual de valvulas valtek		6	6
CV-602	01A01	0008	Pruebas de campo co el equipo profailer verificando el pase de gas despues de haber cerrado la valvula al 100%	80/A	1/A	1	6/A	40/A	1	In Process	Procedimien tos sistem as de gestion		2	2
CV-602	01A01	0012	Pruebas de estanqueidad verificando el sello hermetico del obturador	7000/A	1/A	4	4/A	40/A	4	In Process	Manual de valvulas valtek		5	5
CV-602	01A01	0009	Maquinado area de sello y verificando con	5000/A	1/	4	4/A	40/A	4	In Process	Manual de valvulas		4	4

Item Code	FMI	Task Codes	SC	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Package Description	Reference Publication	Card/WP Number	Item/Para Number
					1st Insp /Units	Intvl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM					
CV-602	01A01	0003		Mediciones de gases	60/A	1/A	2	3/A	40/A	2	In Process	Manual de valvulas		3	3

Ilustración 46 - Informe de Habilidades, Competencias y Costos.

Cost Skills Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

Item Code	FMI	Task Code	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Zone	Skill Type	OpTime	ManHour	Material Cost	Task Cost	Repair Cost
				1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM								
CV-602	01A01	0001	Pruebas de lazo y calibración del posicionador verificando la emisión de 4 a 20 ma	N/A	/	3	N/A	/A	3	In Process	CV-602	CALIBRACION		1.00	XDR1,300,000.00	XDR1,700,000.00	N/A
		0001		2000/A	1/A	2	4/A	40/A	3								XDR2,300,000.00
		0002	Revisar la tarjeta electronica del posicionador	1/A	1/A	3	N/A	N/A	N/A			N/A		1.00	XDR40,000.00	XDR1,700,000.00	
		0030	Verificar que el lubricante grasa se aplique en el area donde va huicados los empaques	N/A	1/A	4	N/A	1/A	4					1.00	XDR100,000.00	XDR1,700,000.00	N/A
		0031	monitoreo de atmosfera	2000/A	1/A	2	4/A	8/A	2	In Process	cv-602	suministro		1.00	XDR300,000.00	XDR2,000,000.00	XDR400,000.00
		0033	Revisar el area de sello del prensa empaque	1/A	1/A	4	N/A	N/A	N/A			N/A		1.00	XDR100,000.00	XDR1,700,000.00	
		0023	pruebas de lazo en campo	2000/A	1/A	2	8/A	16/A	2	In Process	cv-602	verificación o cambio		1.00	XDR1,000,000.00	XDR2,000,000.00	XDR3,000,000.00
		0025	Revisar la tarjeta electronica con medidores	1/A	1/A	3	N/A	N/A	N/A			N/A		1.00	XDR500,000.00	XDR1,700,000.00	
		0026	pruebas de lazo del cuarto de control a campo	2000/A	1/A	2	8/A	16/A	2	In Process	cv-602	cambio		1.00	XDR1,000,000.00	XDR2,000,000.00	XDR3,000,000.00
		0028	Revisar la tarjeta electronica tomado la continuidad de los circuitos	1/A	1/A	3	N/A	N/A	N/A			N/A		1.00	XDR500,000.00	XDR1,700,000.00	
		0014	Pruebas de lazo	200/A	1/A	4	4/A	40/A	4	In Process	cv-602	cambio de piezas		1.00	XDR1,300,000.00	XDR1,700,000.00	XDR2,300,000.00
		0037	Remplazar los empaques con las mismas	1000/A	1/A	1	4/A	8/A	1	In Process	cv-602	fabricación		1.00	XDR400,000.00	XDR3,000,000.00	XDR800,000.00

Cost Skills Report

IRCMS

Print Date: 05/05/17

Item Code	FMI	Task Code	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Zone	Skill Type	OpTime	ManHour	Material Cost	Task Cost	Repair Cost
				1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM								
CV-602	01A01	0034	Monitoreo de atm osferas, maquinado area de sello	1000/A	1/A	1	4/A	8/A	1	In Process	cv-602	maqu iado		1.00	XDR200,000.00	XDR3,000,000.00	XDR500,000.00
		0036	Maquinar area de sello del vastago	1/A	1/A	4	N/A	N/A	N/A			N/A		1.00	XDR400,000.00	XDR1,700,000.00	
		0019	pruebas de lazo en campo	3000/A	1/A	2	8/A	16/A	2	In Process	cv-602	sum i nistro		1.00	XDR400,000.00	XDR2,000,000.00	XDR600,000.00
		0022	Revisar los resortes realizando pruebas de tension y contraccion antes de instalarlos	1/A	1/A	4	N/A	N/A	N/A			N/A		1.00	XDR300,000.00	XDR1,700,000.00	
		0018	Preubas de lazo en campo	3000/A	1/A	4	8/A	16/A	4	In Process	cv-602	sum i nistro		1.00	XDR700,000.00	XDR1,700,000.00	XDR800,000.00
		0020	Revisar el diafragma que no tenga perforaciones	1/A	1/A	4	N/A	N/A	N/A			N/A		1.00	XDR700,000.00	XDR1,700,000.00	
		0008	Pruebas de campo co el equipo profiler verificando el pase de gas despues de haber cerrado la valvula al 100%	80/A	1/A	1	6/A	40/A	1	In Process	CV-602	PRU EBA S		1.00	XDR1,300,000.00	XDR3,000,000.00	XDR2,300,000.00
		0012	Pruebas de estanqueidad verificando el sello hermetico del obturador	7000/A	1/A	4	4/A	40/A	4	In Process	cv-602	maqu iado		1.00	XDR200,000.00	XDR1,700,000.00	XDR2,300,000.00
		0013	Realizar ispeccion del obturador descartando rayaduras en el area de sello	1/A	1/A	4	N/A	N/A	N/A			N/A		1.00	XDR400,000.00	XDR1,700,000.00	
		0009	Maquinado area de sello y verificando con puerbas de estanqueidad teniendo en cuenta la presion operativa 110 psi	5000/A	1/	4	4/A	40/A	4	In Process	cv-602	maqu inado		1.00	XDR200,000.00	XDR1,700,000.00	XDR2,300,000.00
		0003	Mediciones de gases	60/A	1/A	2	3/A	40/A	2	In Process	CV-602	MAQ UIN ADO		1.00	XDR200,000.00	XDR2,000,000.00	XDR800,000.00

4.6 CONCLUSIONES CAPITULO 4

El desarrollo de la sección muestra los diferentes informes y resultados generales e individuales de cada una de las Funciones Primaria, secundarias, Fallas, Modos de Fallas y Tareas de Mantenimiento, respectivas, con sus tiempos, costos, recursos y demás parámetros exigidos del software IRCMS.

Al final del capítulo se priorizan, como la función más relevante del proceso de mantenimiento centrado en confiabilidad la priorización de dichas tareas, con bases a las normas del RCM en el caso ALADON del iRCM.

5 CONCLUSIONES

5.1 OBJETIVO

Establecer los principales resultados o conclusiones obtenidos de haber realizado acciones de mantenimiento a las válvulas de control ACV-602 de las plantas de CLC.

5.2 DESARROLLO

El proyecto se desarrolló en base a las teorías de mantenimiento RCFA, FMECA, RCM, manifestándose en cada una de sus facetas individuales y en las diferentes fases de la válvula de control, donde permite llevar a cabo una cohesión de funciones y personas que colaboraron en el desarrollo del análisis de los diferentes modos de fallas del equipo para así seguir un proceso lógico y en la utilización del software IRCMS.

5.2.1 Conclusión del proceso temático.

El proyecto permite registrar todas las tareas factibles para que no se presenten fallas de tipo imprevisto, con la garantía de la maximización de las funciones y de su disponibilidad, llevando el equipo a sus mínimos costos operacionales por tener la condición más bajas y menos probable de fallas improbables en el sistema operativo, de tirajes largos de operación.

El desglose del equipo nos permite identificar los diferentes componentes obteniendo la información necesaria sobre los sitios en los cuales se deben realizar el análisis de causa raíz, identificando los modos de fallas información escrita en el formato reporte de fallas para el análisis de causa raíz, para determinar los planes de mantenimiento a través del software IRCMS y así tomar acciones contundentes de confiabilidad o mantenibilidad, mejorando los tiempos útiles aumentándolos y los de mantenibilidad reduciéndolos, sin interferir en la calidad de los mismos.

5.2.2 Conclusión del proceso técnico.

Las principales recomendaciones y puntos de mejoramiento se centran en las actividades de mantenimiento resultados obtenidos a través de la implementación del software IRCMS, la compañía se debe centrar en implementar el desarrollo contundente y sostenido de un Grupo Caza Fallas, en toda su dimensión de tal forma que permita abordar el estudio sistémico de las causas raíces de los tiempos no útiles generados por fallas imprevistas.

El implementar las metodologías tácticas RCFA, FMECA, RCM, nos permite detectar situaciones a mejorar, en especial validar procesos a través de múltiples métodos y procedimientos, para que no se presenten fallas de tipo imprevisto, con la garantía de la maximización de las funciones y de su disponibilidad, llevando el equipo a sus mínimos costos operacionales por tener la condición más bajas y menos probable de fallas improbables en el sistema operativo.

5.3 CONCLUSIÓN CAPITULO 5.

La implementación de las teorías de mantenimiento RCFA, FMECA, RCM es fluida y fácil de desarrollar y de llevarla luego al CMMS¹³, de la fábrica o empresa, allí donde se ejecutarán todos los procesos que se planifiquen.

Se utilizan en este proyecto todas las características de uso de software IRCMS, especializado en la Táctica RCM de mantenimiento, que planifica, prioriza y describe todas las funciones, fallas, modos de falla (causas de falla) y tareas requeridas de mantenimiento para cada modo de falla, pero es hasta ahí, hasta describir la tarea requerida (entre varias opciones que existen) con sus parámetros técnicos de costos y de Tiempos de realización.

¹³ *Computerized Maintenance Management System – Sistema de Información Integral de Gestión y Operación de Mantenimiento y Producción.*

BIBLIOGRAFÍA

- AMEF@. (2005). *Análisis de Fallas*. Recuperado el 2008, de GestioPolis: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/amef.htm>
- Bloom, B., & Gagné, R. (06 de 12 de 2016). *Ensayos y trabajos de investigación*. Recuperado el 06 de 12 de 2016, de <http://www.buenastareas.com/materias/benjam%C3%ADn-bloom-y-robert-gagne/0>
- Connection, A. C. (18 de Febrero de 2014). (Defense Acquisition University) Recuperado el 17 de Agosto de 2016, de Acquisition Community Connection: <https://acc.dau.mil/CommunityBrowser.aspx?id=530600>
- Dounce, E. -V. (1998). *La Productividad en el Mantenimiento Industrial* (Segunda ed.). Cd. de México, México: Compañía Editorial Continental, SA de CV.
- Duffuaa, S., & Ben-Daya, S. (1995). *Maintenance and quality: the mission link – Journal of Quality in Maintenance Engineering* (Vol. Volumen 1). West Yorkshire, England, England.
- Flowserver corporation,@. (2013). *Valtek GS*. Bogota-colombia: www.flowserver.com.
- Kelly, A., & Harris, M. J. (1998). *Gestión del Mantenimiento Industrial*. (S. Gráficas Mar-Car, Ed.) Madrid, España: Fundación REPSOL Publicaciones e Impreso en Gráficas del Mar – Traducido por Gerardo Álvarez Cuervo y equipo de trabajo.
- Knezevic, J. (1996). *Mantenibilidad*. Madrid, Provincia de Madrid, España: Editorial ISDEFE.
- Mendoza, D. A. (1 de 10 de 2016). *I-RCM, Una Nueva Perspectiva*. Obtenido de <http://www.wal-eng.com/>: <http://wal-eng.com/descargables/IRCM%20Una%20Nueva%20perspectiva%20V.2.0.pdf>

- Mora, A. -G. (2007). *Mantenimiento Estratégico para empresas industriales o de servicios* (Segunda ed.). Envigado, Antioquia, Colombia: AMG.
- Mora, A. -G. (Diciembre de 2007c). Pronósticos de demanda e Inventarios - Métodos Futurísticos. (U. Ediciones, Ed.)
- Mora, A. -G. (2012). *Mantenimiento Industrial Efectivo*. Medellín, Antioquia, Colombia: Coldi Ltda.
- Mora, A. -G. (2014). *Mantenimiento Industrial Efectivo* (Tercera ed.). Medellín, Antioquia, Colombia: COLDI Limitada.
- Moubray, J. M. (2004). *RCM Reliability Centered Maintenance - Industrial Press Inc* (Primera en castellano ed.). (G. a. Biddles Limited, Ed., & S. y.-A. Ellman, Trad.) Leicestershire, United Kingdom: Aladon Limited.
- Moubray@. (2001). *John. About RCM*. Recuperado el 19 de Diciembre de 2008, de Aladon inglaterra: <http://www.aladon.co.uk/02rcm.htm>
- Nakajima5S@. (2005). *Total Productive Maintenance*. Obtenido de http://iswww.bwl.uni-mannheim.de/Lehre/veranstaltungen/pm/Uebung/Nakajima_III_TPM
- NAVAIR. (1996). En *Directrices para la Aviacion Naval en el Proceso del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad*.
- Peterson, B. (1999). *To Centralized or decentralized maintenance, central issue*. Recuperado el 1999, de Strategic Asset Management Inc. MT-Magazine de MT-Online - Perfiles de Ingeniería: <http://www.camicorp.com> Email bp0439@aol.com
- Ramakumar, R. (1996). *Engineering Reliability. Fundamentals and Applications*. New Jersey City, New Jersey, USA: Editorial Prentice-Hall Professional Technical.
- RCMScorecard@. (9 de Marzo de 2005). *Reliability Centered Maintenance (RCM) Scorecard*. Recuperado el 2008, de RCM Scorecard: <http://www.maintenance-news.com/cgi-script/CSUpload/CSUpload.cgi?database=Reliability%20Centered%20Maint>

enance%20Managers'%20Forum%20Downloads.db&command=viewupload
&id=1

- Rey, S. F. (2003). *TPM - Mantenimiento Total de la Producción*. (F. Confemetal, Ed.) Madrid, Castilla, España: Fundación Confemetal.
- Sourís, J.-P. (1992). *El mantenimiento: fuente de beneficios – traducido por Diorki, S.A. Madrid de la obra original La maintenance, source de profits*. (S. M. Traducido por Diorki, Trad.) Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- Stamatis, D. H. (1995). *Failure Mode and Effect Analysis - FMEA from Theory to Execution*. (I. BookCrafters, Ed.) Wisconsin, Milwaukee, USA: ASQC Quality Press.
- Tsuchiya, S. (1995). *Mantenimiento de Calidad: Cero Defectos a través de la gestión del equipo*. USA: Productivity Press Inc.
- Wakefield, C. (1985). *Quality assurance in maintenance - En: The South African Mechanical Engineer*. (Vol. Vol 35). USA.
- Yamashina, H. (1995). *Japanese manufacturing strategy and the role of total productive maintenance TPM - Journal of Quality in Maintenance Engineering* (Vol. Volumen 1). West Yorkshire, England , England.